

SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN SILIKA ABU SEKAM PADI UNTUK FILTRASI FOSFAT PADA LIMBAH DETERJEN

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Dalam Ilmu Kimia**



Oleh: Miftahul Rohmah

NIM: 1708036029

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN
SILIKA ABU SEKAM PADI UNTUK FILTRASI
FOSFAT PADA LIMBAH DETERJEN**

SKRIPSI

Oleh

Miftahul Rohmah

1708036029

Untuk Memenuhi Syarat Melaksanakan Skripsi

**Strata Satu Program Studi Kimia Fakultas Sains Dan
Teknologi**

UIN Walisongo Semarang

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Miftahul Rohmah

NIM : 1708036029

Jurusan : kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Sintesis dan Karakterisasi Membran Silika Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Fosfat pada Limbah Deterjen

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk subernya.

Semarang, 25 Juni 2021

Pembuat Pernyataan



Miftahul Rohmah

NIM:1708036029

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Membran Silika Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Fosfat pada Limbah Deterjen**
Penuli : **Miftahul Rohmah**
NIM : 1708036029
Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Kimia.

Semarang, 30 Juni 2021

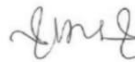
DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang



Hj. Malikhatul Hidayah, S.T, M.Pd
NIP. 19830415 200912 2006

Sekretaris Sidang



Dr. Eng. Annisa Adiweni Putri, M.Sc.
NIP. 19850405 201101 2 015

Penguji I



Ratih Rizqi Nirwana, S.Si, M.Pd
NIP. 19810414 200501 2 005

Penguji II



Lidni Azizati, M.Sc
NIP. 19901117 201801 2 001

Pembimbing I



Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si.
NIP. 197407162009122001

Pembimbing II



Kholidah, S.Si., M.Sc.
NIP. 19850811 201903 2008



NOTA DINAS

Semarang, 25/06/2021

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr,wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan dan arahan serat koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Membran Silika
Abu Sekam Padi Untuk Filtrasi Fosfat Limbah
Deterjen

Nama : **Miftahul Rohmah**

NIM : 1708036029

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam siding munaqosyah.

Wassalamualaikum wr,wb

Pembimbing I



Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si

NIP.197407162009122001

NOTA DINAS

Semarang, 25/06/2021

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr,wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan dan arahan serat koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Membran Silika
Abu Sekam Padi Untuk Filtrasi Fosfat Limbah
Deterjen

Penulis : **Miftahul Rohmah**

NIM : 1708036029

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam siding munaqosyah.

Wassalamualaikum wr,wb

Pembimbing II



Kholida, M.Sc

NIP.198508112019032008

ABSTRAK

Sintesis dan karakterisasi membran silika abu sekam padi untuk filtrasi fosfat berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan semen pada membran silika abu sekam padi dalam memfiltrasi fosfat pada limbah deterjen. Silika diisolasi dari sekam padi dan disintesis menjadi natrium silikat. Natrium silikat yang terbentuk dikarakterisasi dengan FTIR, terdapat gugus Si-O-Si dan Si-OH yang mengidentifikasi terbentuknya natrium silikat. Membran silika dan membran silika-semen telah berhasil disintesis dan dikarakterisasi. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi Si-O-Si pada bilangan gelombang $1092,15\text{ cm}^{-1}$ yang mengidentifikasi membran silika dan gugus C=C pada bilangan gelombang $1559,08\text{ cm}^{-1}$ yang mengidentifikasi adanya trikalsium silikat dan trikalsium aluminat pada semen. Penambahan semen pada membran memperkuat ketahanan terhadap air dan meningkatkan nilai kuat tarik menjadi 3,4824 Mpa. Hasil SEM menunjukkan membrane memiliki pori yang tidak seragam. Komposisi terbaik diperoleh pada membran silika-semen 10:1 dengan koefisien rejeksi sebesar 80%. Hal ini diperkuat dengan menurunnya konsentrasi fosfat dari 9,177 ppm menjadi 1,908 ppm. Penggunaan membran silika-semen sebanyak 3 kali menimbulkan penyumbatan pori sehingga menurunkan rejeksinya menjadi 48%.

Kata kunci: Silika sekam padi, Semen, Membran, Fosfat

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamiin puji syukur segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, rahmat, serta hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan seluruh penelitian dan skripsi saya yang berjudul " **SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN SILIKA ABU SEKAM PADI UNTUK FILTRASI FOSFAT PADA LIMBAH DETERJEN**" tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi ini dilakukan setelah menyelesaikan penelitian di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang, dan analisis di berbagai universitas lain. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata Satu Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran.

Terselaikannya skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan, saran-saran serta berbagai motivasi sehingga pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

2. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Wirda Udaibah, M.Si, selaku wali dosen Penulis yang telah memberikan arahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Kholida, M.Sc selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang terutama Jurusan Kimia yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi.
7. Orang tua penulis, bapak Makiyan dan Ibu Siti Rokah yang selalu mendoakan dan memberi dukungan yang tiada hentinya.
8. Muhmammad Rofiq Hary Wicaksono yang selalu memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan hiburan disaat semuanya terasa sulit, terutama Alfiatu Rohmah, Luluk Chadiroh, Armiya Shofa, dan Gita Karulina.

10. Semua rekan-rekan Kimia 2017 yang selalu memberikan semangat serta motivasi.
11. Teman-teman KKN MIT DR 11 (posko 08) tercinta yang selalu menghibur dan menyemangati.
12. Serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas motivasi dan dukungannya.

Dengan segala harapan dan do'a, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. *Aamiin Yaa Rabbal'alamiin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, 20 Juni 2021

Penulis



Miftahul Rohmah

NIM. 1708036029

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A.Membran.....	8
B. Silika Sekam Padi	16
C. Deterjen.....	20
D. Fosfat	21
E. Semen Portland Putih.....	23
F. Kajian Pustaka.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	28
A. Alat dan bahan	28
1. Alat.....	28
2. Bahan.....	28
B. Cara Kerja.....	29
1. Isolasi dan karakterisasi Silika dari sekam Padi (Trivana dkk, 2015)	29

2. Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	29
3. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Silika	30
4. Uji Swelling.....	32
5. Pengukuran kadar fosfat.....	32
6. Pengujian membran untuk analisis fosfat	34
7. Penentuan kinerja membran setelah dilakukan secara berulang.....	35
BAB IV PEMBAHASAN	36
BAB V PENUTUP	70
A. Kesimpulan.....	70
B. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Membran Silika	10
Gambar 2.2	Jenis membran berdasarkan struktur dan prinsip pemisahan	15
Gambar 2.3	Gejala fouling	17
Gambar 3.1	Reaktor	41
Gambar 4.1	Hasil difaktrogram silika abu sekam padi	47
Gambar 4.2	Spectrum FTIR Natrium silikat	49
Gambar 4.3	Spektrum FTIR Membran silika	53
Gambar 4.4	Spektrum FTIR membran silika- semen	55
Gambar 4.5	Hubungan massa silika dengan kuat Tarik membran	64
Gambar 4.6	Pengaruh penambahan semen pada kuat tarik	65
Gambar 4.7	Kurva kalibrasi larutan standar	68
Gambar 4.8	Kenaikan Koefisien rejeksi membran Si-S	71
Gambar 4.9	Grafik penurunankinerja	73

	membran Si-S	
	10:1	
Gambar 4.10	Hasil SEM	74
	membran	

DAFTAR TABEL

Gambar	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Intepretasi pola serapan	49
Tabel 4.2	Analisis gugus fungsi membran silika	54
Tabel 4.3	Analisis gugus fungsi membran silika-semen	56
Tabel 4.4	Data hasil uji swelling membran silika	58
Tabel 4.5	Data hasil uji swelling membran silika-semen	59
Tabel 4.6	Hasil fluks membran silika-semen	62
Tabel 4.7	Kisaran nilai fluks	63
Tabel 4.8	Kuat Tarik membran silika	64
Tabel 4.9	Hasil uji kuat Tarik membran silika-semen	66
Tabel 4.10	Absorbansi larutan standar fosfat	69
Tabel 4.11	Hasil filtrasi fosfat limbah deterjen	72
Tabel 4.12	Kinerja membran silika-semen Si-S3 secara berulang	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Air adalah sumber daya alam yang penting bagi kelangsungan hidup seluruh makhluk bumi. Sungai merupakan salah satu sumber air yang banyak digunakan sebagai kebutuhan makhluk hidup. Kualitas air sungai yang keluar langsung dari mata air sangat baik. Tetapi, setelah dialirkan memperoleh memperoleh berbagai jenis bahan pencemar (Sofia., 2010).

Kualitas air sungai di Indonesia dalam beberapa tahun belakangan ini sudah dalam kondisi tercemar, terutama yang berdekatan dengan pemukiman, pertanian dan kawasan industri. Penyebab menurunnya kualitas air adalah limbah rumah tangga. Limbah cair rumah tangga merupakan sumber limbah yang sering ditemukan di lingkungan. Komponen yang dapat menyebabkan kondisi buruk bagi lingkungan berasal dari deterjen. Volume limbah cair deterjen yang dihasilkan sangat besar karena manusia selalu menggunakan deterjen setiap waktu sebagai bahan pembersih di rumah tangga (Halang, 2004). Data statistik menunjukkan bahwa tahun 2002, konsumsi deterjen sebesar 2,32 kg, pada tahun 2004 menjadi 2,44 kg (Nida,

2004). Menurut PLHD provisinsi DKI Jakarta takaran limbah deterjen di kali sentiong sudah melebihi batas aman yaitu 2500 mg/L dalam setiap harinya.

Deterjen atau sabun sering digunakan untuk mencuci pakaian. Limbah deterjen secara langsung dialirkan ke saluran air (got) tanpa melalui pengolahan sehingga dapat merugikan makhluk disekitar. Deterjen tersusun atas tiga komponen, yaitu surfaktan 20-30%, bahan *builder* (senyawa fosfat) 70-80% serta bahan aditif (pemutih, pewangi) 2-8% (Yunarsih, 2013). Keberadaan fosfat yang berlebihan di dalam air dapat menimbulkan *eutrofikasi* (pengkayaan nutrien). Eutrofik menyebabkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air lain dengan sangat cepat. Pertumbuhan alga akan menyebabkan tingginya amonium yang dapat menurunkan nilai pH dan oksigen terlarut menjadi besar karena semakin banyak nutrisi masuk ke perairan maka alga yang tumbuh akan semakin banyak sehingga oksigen akan berpindah keair dan menutupi permukaan. Untuk menghindari hal itu, sebelum dibuang air limbah harus diproses untuk menurunkan kadar fosfat hingga mencapai nilai baku mutu (baku mutu efluen 2 mg/L) (Masduqi, 2004).

Untuk mengurangi pencemaran air pada lingkungan perlu dilakukan upaya yang tepat. Metode yang dilakukan

oleh peneliti terdahulu adalah dengan menggunakan lumpur aktif sebagai pengolahan air limbah. Tetapi dalam metode ini terjadi fenomena *bulking* serta *foaming* yang dapat mengurangi efektivitas limbah dan terdapat sebagian *foam* yang tidak hilang dengan percikan air ataupun *antifoam*. Ada beberapa metode yang digunakan untuk menurunkan fosfat, antara lain filtrasi, proses fotokatalisis (Santi, 2009), koagulasi (Rahimah dkk, 2016) dan adsorpsi (Majid, 2017). Filtrasi merupakan alternatif yang dilakukan untuk menurunkan kadar fosfat. Penelitian ini menggunakan membran sebagai media filtrasi. Teknologi membran merupakan alat filtrasi yang digunakan di laboratorium dan industri. Proses membran juga memiliki kelebihan jika dibanding proses pemisahan lain yaitu proses berlangsung cepat, tidak memerlukan pengubahan fase medium, tidak membutuhkan ruang besar, cara pengoperasian sederhana, dan dapat mendapatkan permeat dengan kualitas yang baik (Rachmawati, 2013). Membran yang digunakan untuk filtrasi dan *fuel cell* selama ini masih menggunakan produk impor. Membran komersil dibuat dengan teknik yang berbeda-beda diantaranya yaitu *inversifasa* (pembalikan fasa), pengetsaan, *stretching* (penarikan), dan cetak yang akan menghasilkan membran

dengan karakteristik yang beda (Handayani dan Nurjanah, 2015)

Penggunaan membran dari pasir silika telah dilakukan oleh Maharani dan Damayanti (2015) sebagai pengolahan limbah cair rumah makan untuk menurunkan fosfat dan ammonium. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa massa silika yang baik untuk pembuatan membran adalah 5 gram. Koefisien rejeksi amonium 91,04% dan fosfat 59,54%. Penelitian lain dilakukan oleh Setyaningrum dkk (2014) tentang sintesis membran kitosan-silika abu sekam padi untuk filtrasi ion Cd^{2+} dan Cu^{2+} . Hasil penelitian tersebut menunjukan bahwa adanya silika pada membran kitosan meningkatkan karakteristik membran pada uji *swelling* dan uji permeabilitas membran. Logam Cd^{2+} yang terfiltrasi 48,8372% dan Cu^{2+} sebesar 71,5789%. Selain memiliki kelebihan, teknologi membran juga memiliki kekurangan yaitu membran dan modul yang masih impor sehingga proses menangani limbah sangat mahal. Oleh sebab itu perlu dilakukan pembuatan membran yang terbuat dari bahan yang murah dan mudah didapatkan sebagai proses pemisahan fosfat dari limbah deterjen (Maharani dan Damayanti, 2013).

Salah satu solusi material yang dapat mengatasi hal tersebut adalah menggunakan silika abu sekam padi,

karena memiliki daya serap yang baik, meningkatkan kekuatan membran dan memanfaatkan sekam padi yang biasanya hanya dijadikan limbah yang tidak dimanfaatkan. Menurut Nuryono (2005) sekam padi yang telah melalui pembakaran pada suhu 700-900°C akan menghasilkan silika sebesar yaitu 87-97% dan abu 16-25%. Kadar silika yang tinggi dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat material yang berbasis silika. Pemanfaatan tersebut dapat digunakan dalam pembuatan membran silika abu sekam padi. Kelemahan membran silika sekam padi yang mudah larut dalam air perlu adanya penambahan bahan pengikat (*binder*). Menurut Darmawan (2008) campuran silika dan semen dapat merekatkan butiran-butiran agregat sehingga menyebabkan kuat tekan yang semakin tinggi. Penggunaan semen sebagai alternatif pengolahan limbah bertujuan untuk membentuk suatu membran komposit yang mudah penanganannya dan tidak menyebabkan kontaminan ke dalam lingkungan (Utomo, 2008)

Penelitian ini dilakukan guna mendapatkan campuran antara silika (bagian terbesar) dengan semen putih dalam suatu matriks membran yang berbasis silika abu sekam padi. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland putih. Penggunaan semen portland putih pada penelitian ini karena semen portland tidak

mengandung kalsium oksida (CaO) sehingga tidak menimbulkan pencemaran. Oleh sebab itu, penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi membran silika abu sekam padi untuk filtrasi fosfat dengan penambahan semen sebagai pengikat. Karakterisasi digunakan untuk mengetahui sifat-sifat membran yang akan diaplikasikan pada limbah deterjen.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari silika sekam padi?
2. Bagaimana karakteristik membran silika dan Membran Silika-Semen?
3. Bagaimana kemampuan membran dalam filtrasi fosfat limbah deterjen?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik dari silika sekam padi.
2. Untuk mengetahui karakteristik membran silika sekam padi dan membran silika-semen.
3. Untuk mengetahui kemampuan membran dalam filtrasi fosfat limbah deterjen.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagaimana karakteristik dari silika sekam padi.
2. Memberikan informasi bagaimana karakteristik membran silika dari sekam padi dan membran silika-semen.
3. Memberikan informasi mengenai struktur silika yang disatukan dengan semen putih.
4. Memberikan informasi tentang kemampuan membran dalam proses filtrasi fosfat.
5. Memecahkan masalah dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat limbah fosfat menggunakan teknologi membran dan mengolah limbah buangan sekam padi untuk mensintesis kandungan silika.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Membran

1. Pengertian Membran dan sejarah

Abad pertengahan 18 diketahui adanya fenomena membran sebagai penghalang yang selektif untuk proses pemisahan. Periode sejarah perkembangan membran:

1. Tahun 1848-1960, membran hanya digunakan untuk penelitian.
2. Tahun 1960-1980, membran dikembangkan baik dalam materialnya ataupun proses teknologinya
3. Tahun 1980 sampai sekarang, membran digunakan sebagai filter (Handayani, 2009)

Membran merupakan suatu lapis tipis yang bersifat *semipermeable* yang berbeda karakter dalam dua fasa. Fasa pertama adalah larutan pengumpan (*feed*) dan fasa kedua adalah hasil pemisahan (*permeat*). Fungsi Membran sebagai penghalang (*barrier*) yang selektif yang hanya dapat memisahkan beda fasa dan menahan komponen lain (Handayani, 2009). Membran menjadi penghalang yang mengontrol jalannya molekul-molekul sehingga

terbentuk permeal yang bebas dari molekul pengotor (Maharani dan Damayanti, 2013). Molekul dari membran akan pindah melalui fasa suatu ke fasa lain karena adanya gradien konsentrasi, gradien energi, gradien temperatur dan gradien tekanan (Handayani, 2009)



Gambar 2.1 Membran silika (Maharani dan Damayanti, 2013)

2. Klasifikasi Membran

Pemisahan membran dapat dibedakan dengan tiga jenis yaitu gaya dorong tekanan, struktur dan prinsip pemisahan.

a. Jenis membran berdasarkan gaya dorong tekanan

Berdasarkan gaya dorong tekanan, membran dibedakan menjadi empat yaitu:

1. Mikrofiltrasi (MF)

Mikrofiltrasi (MF) merupakan filtrasi yang digunakan untuk memisahkan partikel yang berukuran antara 0,1 sampai 10 μm .

2. *Ultrafiltrasi* (UF)

Ultrafiltrasi (UF) merupakan filtrasi membran yang tekanan hidrostatiknya memaksa cairan menembus membran semipermeable. Pemisahan yang dilakukan di industri dan laboratorium pada purifikasi dan pemekatan larutan makromolekul (10^3 - 10^6 Da).

3. *Nanofiltrasi* (NF)

Nanofiltrasi adalah filtrasi membran yang sering digunakan dipermukaan air untuk *softening* (penyisihan kation polivalen).

4. *Reverse Osmosis* (RO).

Reverse Osmosis (RO) adalah membran filtrasi untuk menghilangkan beberapa jenis molekul dan ion besar dari larutan (Mulder, 1991)

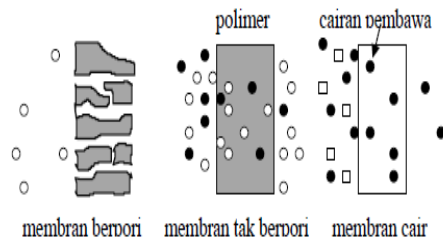
- b. Jenis membran berdasarkan prinsip pemisahan dan strukturnya

Berdasarkan prinsip pemisahan dan strukturnya membran dibedakan dalam tiga jenis yaitu:

1. Membran berpori yaitu membran yang pemisahannya berdasarkan perbedaan ukuran partikel dengan ukuran pori membran. Membran ini biasanya digunakan pada proses *mikrofiltrasi* dan *ultrafiltrasi*. Pori ada 3 jenis yaitu:
 - *Microporous* digunakan untuk nanofiltrasi yang pori-pori dengan diameter kurang dari 2 nm
 - *Mesoporous* digunakan untuk ultrafiltrasi dan diameter pori-porinya antara 2 nm sampai 50 nm
 - *Macroporous* digunakan untuk makrofiltrasi dengan diameter pori-pori antara 50 nm sampai 500 nm.
(Ulbricht, 2006)
2. Membran tidak berpori yaitu membran yang memisahkan molekul dengan ukuran sangat kecil yang tidak dapat dipisahkan dengan membran berpori. Pemisahan

membran berdasarkan kemampuan difusi dan kelarutan.

3. Membran cair yaitu pemisahan membran berdasarkan sifat molekul pembawa larutan. (Mulder, 1991)



Gambar 2.2. Jenis membran berdasarkan struktur dan prinsip pemisahan (Mulder, 1991)

3. Karakteristik membran

Karakteristik membran adalah sifat-sifat membran yang diperoleh. Ada dua teknik untuk mengetahui karakteristik membran yaitu permeabilitas dan permeselektivitas.

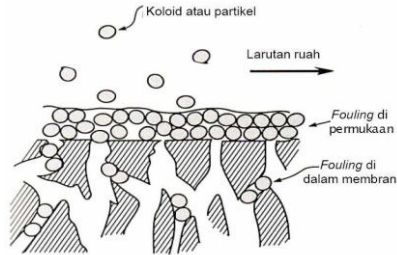
a. Permeabilitas

Kinerja suatu membran ditentukan oleh dua faktor yaitu fluks (kecepatan aliran permeat) dan selektivitas membran. Laju aliran atau fluks adalah jumlah volume yang menembus permukaan membran dengan adanya gaya dorong dan waktu tertentu (Mulder, 1991). Nilai fluks dihitung melalui persamaan:

$$J: \frac{V}{A.t} \dots\dots\dots (II.1)$$

Dengan J adalah fluk (L.m²/jam), V adalah volume permeat (liter), A adalah luas permukaan membran (m²) dan t adalah waktu (jam).

Suatu membran dikatakan efektif apabila membran memiliki nilai fluks yang besar. Menurunnya nilai fluks dalam proses filtrasi dipengaruhi oleh adanya *fouling*. *Fouling* terjadi karena molekul-molekul yang terjebak dipermukaan dan menutupi pori-pori.



Gambar 2.3 gejala *fouling* (Sumber:Handayani, 2009)

b. Selektivitas

Selektivitas membran adalah kemampuan membran dalam menahan spesi atau melewatkan spesi lainnya. Selektivitas membran tergantung pada ukuran spasing melewatinya, interaksi antar permukaan dengan spasi, ukuran spasi dan ukuran pori-pori membran. Koefisien rejeksi menjadi tolak ukur yang menggambarkan selektivitas membran (Bokau, 2013). Rejeksi merupakan fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran. Rejeksi yang dilihat adalah molekul yang menempel pada membran tidak disertakan maupun tidak terjadi akumulasi. Nilai koefisien rejeksi (R) dihitung berdasarkan:

$$\%R = \left(1 - \left(\frac{C_p}{C_f}\right)\right) \times 100 \dots\dots\dots (II.2)$$

Dengan R adalah koefisien rejeksi, C_p adalah konsentrasi zat terlarut dalam permeat dan C_f adalah konsentrasi zat terlarut dalam umpan.

Penentuan nilai rejeksi membran bertautan dengan porositas membran. Porositas membran adalah perbandingan antara volume pori dengan volume total membran. Apabila nilai rejeksi membran menunjukkan nilai 100% maka membran tersebut mengalami rejeksi sempurna dan sebaliknya apabila hasilnya 0%, maka larutan dan zat terlarut melewati membran dengan bebas (Handayani, 2009)

4. Material Membran

a. Material Organik

Material polimer adalah bahan membran yang sering digunakan sebab mudah dalam proses pembuatan dan karakteristik membran dan dapat divariasikan sesuai dengan yang diinginkan. Kelemahan dari membran berbahan dasar polimer adalah

kerentanan membran terhadap bahan kimia dan temperatur tinggi.

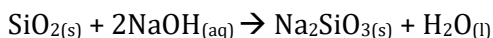
b. Material Anorganik

Material anorganik umumnya memiliki stabilitas kimia dan termal yang jauh lebih tinggi dibandingkan material polimer. Ada empat jenis material anorganik yang digunakan yaitu keramik, zeolit, logam (termasuk karbon), dan gelas. (Mulder, 1991)

B. Silika Sekam Padi

Silika merupakan senyawa anorganik yang banyak terdapat di alam. Sumber silika umumnya diperoleh dengan alami ataupun mensintesisnya. Salah satu sumber silika yang banyak keberadaannya di alam adalah sekam padi. Sekam padi merupakan kulit luar dari beras. Sekam padi ini menurut Handayani (2014) mengandung silika yang tinggi (86,90-90,37%). Sintesis silika alam memiliki keunggulan dan kelemahan. Keunggulan sintesis silika alam adalah ketersediaan yang sangat banyak, sedangkan kelemahannya yaitu kemurnian silikanya sangat rendah. Silika yang diperoleh pada proses pembakaran sekam padi sebanyak 13,1% – 29,04% berat kering (Handayani, 2009). Silika sekam padi berbentuk amorf terhidrat. Akan

tetapi apabila pembakaran dilakukan secara berlebihan dengan suhu lebih dari 650°C akan meningkatkan kristalinitas dan membentuk fasa *cristobalite* dan *tridymite* dari silika sekam padi. Silika (SiO₂) atau disebut juga silox. Silox adalah senyawa kimia yang berbentuk serbuk putih yang murni pada suhu ruang. Silika yaitu senyawa tidak reaktif dan hanya bisa dilarutkan oleh asam *fluoride* (HF) dan lelehan NaOH menurut reaksi berikut:



Silika adalah mineral yang bebas bercampur dengan mineral lain dalam yang berbentuk silikat. Ada dua jenis silika yaitu silika amorf dan kristal. Silika amorf memiliki variasi pada derajat hidrasi dan biasanya mempunyai kerapatan 2,21 g/cm³ sedangkan silika kristal memiliki beberapa jenis yaitu tridmid, kristobalit dan kuarsa yang merupakan modifikasi suhu rendah ke tinggi yang merubah simetri kristal dari kerapatannya.

Sifat fisik dan kimia dari silika (SiO₂):

1. Sifat fisik

Silika memiliki rumus molekul SiO₂ ydengan warna putih. Titik leleh silika 1610°C, sedangkan titik didihnya 2320°C. Silika tidak larut pada air dingin,

air panas maupun alkohol tetapi dapat larut dalam HF.

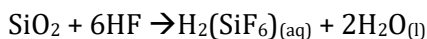
2. Sifat kimia

a. Reaksi asam

Silika tidak dapat larut terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofleurida dan asam fosfat.

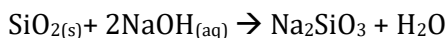


Jika asam berlebih reaksi sebagai berikut:

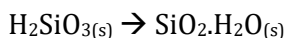
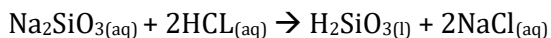


b. Reaksi basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksida alkali.



Silika dibuat secara komersial dengan mencampurkan larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu disperse pekat yang dapat memisahkan partikel pada silika terhidrat, yang terkenal sebagai silika hidrosol. Reaksi yang terjadi:



(Bakri, dkk, 2010)

Silika disintesis dari abu sekam padi memiliki berbagai karakteristik tergantung suhu yang digunakan saat sintesis dan pemurnian yang dilakukan. Pemurniannya dilakukan dengan penambahan asam pekat dengan pemanasan. Karakteristik silika abu sekam padi dapat diketahui salah satunya menggunakan alat XRD . Dengan XRD kristalinitas silika abu sekam padi dapat diketahui (Nova, 2013).

Linda, dkk (2015) sudah melakukan penelitian untuk mendapatkan silika dari sekam padi. Penelitian tersebut dimulai dengan mengisolasi sekam padi dengan pengarangan pada suhu furnace 600°C selama 2 jam kemudian ditambah asam dan dikeringkan dengan suhu 105°C selama 4 jam dan diperoleh silika putih. Setelah perlakuan basa dan pengeringan termal abu yang diperoleh mengandung cukup banyak silika. Ilham, dkk (2013) melakukan penelitian sintesis silika xerogel yaitu mencuci sekam padi terlebih dahulu kemudian pengeringan pada suhu 110°C , setelah itu sekam padi diarangkan dan ditambah asam klorida dengan variasi konsentasi dengan teknik yang berbeda yakni

pengadukan dan refluks. Hasil silika disintesis dengan NaOH dan HCl hingga pH 7 dan didiamkan 18 jam hingga berbentuk gel. Silika yang dihasilkan 97,30% dari variasi konsentrasi HCl 1M dan kadar silika yang berhasil disintesis 98,23%. Prima, dkk (2014) melakukan sintesis yang sama dengan bentuk gel dengan penambahan dua asam yang berbeda yakni asam asetat p.a dan HCl dimana dihasilkan 91,593% pada penambahan HCl dan 94,754% pada penambahan CH₃COOH.

C. Deterjen

Deterjen berasal dari kata *detergee* artinya pembersih. Deterjen adalah surfaktan yang memiliki sifat sebagai bahan aktif permukaan yang terkonsentrasi untuk emulgator (Myers, 2006).

Deterjen mengandung surfaktan, *builder*, *filter* dan *additives*. Surfaktan adalah zat aktif permukaan air yang bersifat hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (suka lemak). *Builder* berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral terhadap kesadahan air, seperti polifosfat, natrium karbonat atau natrium silikat dan alumino silikat. (Myers, 2006). *Filter* (pengisi) merupakan bahan tambahan

deterjen yang berfungsi untuk menyatukan agar harga murah. *Additives* sebagai bahan tambah untuk membuat menarik minat pembeli misal pewangian, pelarut, pemutih, pewarna dan lainnya (Myers, 2006). Dampak limbah air deterjen yang menyebabkan pencemaran air:

- a. Fosfat berlebihan pada air menyebabkan eutropikasi yaitu masuknya hara bagi tanaman-tanaman dalam jumlah berlebihan sehingga akan menyebabkan pertumbuhan tanaman air dengan cepat seperti enceng gondok dan ganggang.
- b. Warna air yang menjadi kehijauan, bau, kekeruhan semakin meningkat.
- c. Kualitas air di beberapa ekosistem air menurun.
- d. Menurunnya konsentrasi oksigen terlarut, hingga nol yang menyebabkan ikan, udan dan spesies lainnya tidak tumbuh baik bahkan mati.
- e. Beresiko bagi kesehatan manusia dan hewan laut lain karena toksin. (Jubaedi, 2017)

D. Fosfat

Fosfat merupakan senyawa yang digunakan oleh seluruh organisme untuk pertumbuhan dan sumber energi. Fosfat didalam air berbentuk senyawa organik dan anorganik. Berupa gula fosfat dalam bentuk organik seperti nukleoprotein dan polifosfat. Berbentuk ortofosfat dan

polifosfat dalam senyawa anorganik. Senyawa anorganik fosfat dalam air umumnya dalam bentuk ion (orto) asam fosfat (H_3PO_4), 10% ion fosfat dan 90% HPO_4^{2-} . Fosfat yaitu unsur terpenting pada pembentukan protein dan membantu proses metabolisme sel suatu organisme (Lestari, 2015)

Ciri fosfat yang sangat berbeda dengan unsur-unsur utama lain yang ialah penyusun biosfer sebab faktor ini tidak ada di suasana. Di air wujud fosfat berubah-ubah dengan terus menerus, karena dekomposisi serta sintesis antara wujud organik serta wujud anorganik yang disebabkan oleh mikroba. Penyeimbang antara wujud fosfat anorganik pada bermacam nilai pH. Kandungan fosfat pada perairan natural berkisar antara 0.005- 0.02 mg/ liter.(Widjaja, F, 1994)

Perairan dibedakan menjadi tiga berdasarkan kadar total fosfat yaitu: perairan yang kesuburannya rendah yang memiliki kadar total fosfat sebesar 0-0,02 mg/L, perairan dengan tingkat kesuburannya sedang mempunyai kadar total fosfat 0,021-0,05 mg/l, dan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi memiliki kandungan fosfat total 0,051-0,1 mg/L.(H. Effendi, 2003)

Dampak Negatif Fosfat:

1. Memicu pertumbuhan alga (ganggang) yang tak terkendali sehingga menutupi permukaan air.
2. Tumbuhnya alga mengganggu pertumbuhan ikan dan tumbuhan air karena sinar matahari masuknya terhambat.
3. Berkurangnya oksigen yang dapat menghambat pertumbuhan dan mematikan organisme air.
4. Menghambat aliran air akibat alga sehingga mengakibatkan terjadinya banjir ketika hujan deras. (Rohmah dkk, 2008)

E. Semen Portland Putih

Semen atau *caementum* yang berarti bahan perekat. Semen dapat menyatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kuat. Fungsi semen sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak. Secara luas semen adalah material plastis yang memberikan sifat rekat antara batuan-batuan konstruksi bangunan (Arivah, 2016)

Semen putih adalah semen hidrolisis berwarna putih yang memiliki komposisi utama terdiri atas kalsium silikat yang digiling bersama dengan bahan tambahan lainnya. Semen portland putih merupakan jenis semen yang memiliki mutu tinggi. Semen portland putih dibuat dari

bahan baku yang terpilih dengan komposisi yang terdiri dari senyawa besi oksida dan magnesium oksida yang rendah. Kedua bahan tersebut menyebabkan semen berubah warna menjadi abu-abu jika kadarnya tinggi.

Derajat corak putih semen (*whiteness*) diukur dengan standar yang berbeda-beda. Standar Nasional Indonesia (SNI) menetapkan bahwa semen Portland putih derajat corak putih semen wajib mencapai angka minimum 90% bila ditetapkan memakai perlengkapan Hunter Lab serta minimum 80% bila ditetapkan memakai perlengkapan kett M.

Semen Portland putih banyak mengandung senyawa trikalium aluminat (C_3A), trikalsium silikat (C_3S) dan sedikit tetra kalsium aluminoferrite (CA_4F) maksimal 0,4%. Pada umumnya untuk memperoleh corak semen Portland menjadi putih dilakukan dengan mengurangi senyawa pembuat corak serta hanya memakai batu kapur (*limestone*) dengan mutu besar ataupun memakai kaolinite (*Cina clay*) (SNI:15-0129-2004:Semen Portland Putih).

F. Kajian Pustaka

Penelitian dilakukan oleh Nur Indah, dkk (2012) dengan judul Sintesis Membran Padat Silika Abu Sekam Padi dan Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Rhodamin B Pada

Limbah Cair. Pada penelitian ini digunakan silika abu sekam padi yang ditambahkan dengan perekat PVA (*Poly Vinyl Alcohol*), PEG (*Poly Etylen Glicol*) dan bahan pengaktif asam fosfat (H_3PO_4). Massa campuran PVA maksimal yang diperoleh adalah 2,9 gram dengan koefisien rejeksi tertinggi 0,74. Membran yang melalui proses perendaman H_3PO_4 terlebih dahulu memiliki nilai koefisien rejeksi lebih besar meskipun pengaruhnya kecil. Berdasarkan nilai koefisien rejeksi dapat diamati bahwa semakin tinggi koefisien rejeksinya semakin bagus membran tersebut digunakan untuk dekolorisasi. Membran yang diberi perlakuan perendaman juga memiliki pori-pori yang lebih teratur (Aprilia, 2012)

Penelitian lain dilakukan oleh Mustika dan Damayanti (2013) yang berjudul “Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Fosfat dan Amonium”. Pada penelitian ini menggunakan silika dari pasir silika dengan variasi massa silika. Hasil penelitian ini didapatkan massa silika optimum sebesar 5 gram. Nilai koefisien rejeksinya mengalami peningkatan beriringan dengan waktu pengoperasian reaktor. Hal ini disebabkan semakin banyak *fouling* yang terjadi dipermukaan membran. Nilai fluks yang paling kecil adalah 3,13 L/m².jam dan yang terbesar 4,61

L/m².jam. Karakterisasi membran dengan FTIR menunjukkan puncak utama pada bilangan gelombang 3438,84 cm⁻¹ yang merupakan gugus fungsi Si-OH dan puncak lainnya merupakan puncak Si-O-Si pada bilangan gelombang 1072,35 cm⁻¹(Maharani dan Damayanti, 2013).

Penelitian yang relevan juga dilakukan Setyaningrum, dkk (2014) yang berjudul “Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi Untuk Filtrasi Cd²⁺ dan Cu²⁺”. Penelitian dilakukan agar mengetahui pengaruh penambahan silika terhadap karakteristik membran kitosan-Silika. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa membran campuran kitosan dengan natrium silikat memiliki hasil yang lebih baik daripada membran dengan komposisi kitosan saja. Selektivitas membran yang optimum untuk proses filtrasi ion logam Cd²⁺ dan Cu²⁺ berdasarkan nilai rejeksinya diperoleh dari perbandingan membran kitosan-silika 1:2. Membran kitosan-silika tidak dapat digunakan 3 pengulangan karena setelah pemakaian koefisien rejeksi menurun setelah pemakaian ke dua sehingga kurang maksimal untuk dipakai berulang. Penurunan koefisien rejeksi filtrasi ion Cd²⁺ dan Cu²⁺ setelah 3 kali pengulangan sebesar 20,9302% dan 46,3158% (Setyaningrum et al., 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Mufid dan Hastuti (2013) dengan judul “Karakterisasi Sifat Fisis Membran Padat (SiO_2) untuk Filtrasi Air Laut menjadi Air Tawar”. Penelitian ini membuat membrane dengan silika dari limbah tempurung kelapa dan campuran PVA, PEG, Na_2SiO_3 , HNO_3 dan aquades. Variasi silika yang digunakan adalah 0 gram, 1 gram, 3 gram dan 5 gram. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) mendapatkan hasil ukuran rata-rata pori membran 385,1 nm, 1,59 μm , 1,33 μm , dan 375,6 nm. Penambahan silika menjadikan membrane selektif terhadap hasil uji sifat fisis (debit air, kerapatan serta porositas). Filtrasi terbaik ditunjukkan oleh membran silika 5 gram dimana debit air menurun dengan nilai 0,058 (ml/menit), kerapatan semakin kecil 1,67 (gr/cm^3) dan porositas 6,67%. (Mufid dan Hastuti, 2013)

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian yang akan diteliti oleh penulis dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Membran Silika Abu Sekam Padi Untuk Filtrasi Fosfat pada Limbah Deterjen” adalah bahan yang dikembangkan berupa silika abu sekam padi yang dipadukan dengan penambahan semen untuk mengetahui kemampuan kedua membran antara membran Silika dan membran silika-Semen dalam filtrasi fosfat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: Tungku, furnace, pengaduk, gelas beaker pyrex, XRD, FTIR, SEM, tumbukan, timbangan, gelas piala, cawan porselin, ayakan 80 mesh, oven, kertas saring, reaktor, *timer*, spektrofotometer UV-VIS, Erlenmeyer, pipet tetes, labu ukur 500 mL, labu ukur 1L, *magnetic stirrer*, corong.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: aquades, HCL 3%, Sekam padi, Natrium Silikat, 2-Propanol, PVA (*Poly Vinyl Alcohol*), PEG (*Poly Ethylen Glicol*) 400, semen, NH_4Cl , indikator fenolftalin, H_2SO_4 5N, Kalium Antimonil Ttrat, Asam Askorbat dan NaOH 5%, H_2SO_4 pekat, Ammonium molibdat, KH_2PO_4 .

B. Cara Kerja

1. Isolasi dan karakterisasi Silika dari sekam Padi (Trivana dkk, 2015)

Sekam padi dicuci kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kira-kira air sudah hilang. Setelah sekam padi kering, dilakukan proses pengarangan dengan furnace pada suhu 300°C selama ½ jam. Arang sekam padi kemudian diabukan dengan di furnace dalam cawan porselin pada suhu 600°C selama 2 jam. Abu sekam padi yang diperoleh dimurnikan dengan HCl 3% (10 ml HCl 3% untuk 1 g abu sekam). Campuran tersebut dipanaskan sambil diaduk selama 2 jam menggunakan *magnetic stirrer*. Sampel difiltrasi dan dicuci dengan akuades panas sampai pH netral (diuji dengan kertas pH). Endapan yang diperoleh dikeringkan pada suhu 105°C selama 4 jam hingga didapatkan silika putih. Kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristalnya.

2. Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na₂SiO₃) (trivana L, 2015)

Silika yang diperoleh dihaluskan dan ditimbang sebanyak 10 g sampai serbuk lolos pada ayakan 80 mesh. Kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala dan ditambahkan NaOH 4

M sebanyak 82,5 ml. Campuran dididihkan sambil diaduk hingga agak mengental. Campuran dipindahkan ke cawan porselin untuk dilakukan peleburan pada suhu 500°C selama 30 menit. Natrium silikat yang diperoleh kemudian didinginkan pada suhu ruang dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Natrium silikat yang diperoleh padatan berwarna putih hijau tosca dan dikarakterisasi menggunakan FTIR.

3. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Silika (Maharani dan damayanti, 2013)

a. Membran Silika

Natrium silika hasil sintesis ditimbang 5 g, 8 g dan 10 g. Setelah ditimbang kemudian diletakkan di dalam gelas beaker 50 ml dan kemudian ditambahkan masing-masing 35 ml 2-propanol. Campuran dipisahkan dengan sentrifug kecepatan 600 rpm selama 10 menit. Kemudian ditambahkan NH_4Cl sebanyak 3,5 gram yang telah dilarutkan dengan 300 mL aquades dan di stirrer selama 1 jam. Campuran tersebut kemudian didiamkan sampai terbentuk endapan. Kemudian endapan ditambah PVA 3,4 gram yang telah dilarutkan dalam 34 ml air hangat, PEG 5 mL sebagai pembentuk dan penyeragaman pori membran lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam.

Pada proses pencetakan membran, campuran bahan dituangkan kedalam cawan petri dan didiamkan selama 30 jam dengan diangin-anginkan kemudian membran yang agak kering dioven pada suhu 70°C selama 1 jam. Membran silika yang sudah kering kemudian di karakterisasi menggunakan FTIR, SEM dan diuji kuat tariknya.

b. Membran Silika-Semen

Natrium silika hasil sintesis ditimbang 5 g, 8 g dan 10 g. Setelah ditimbang kemudian diletakkan di dalam gelas beaker 50 ml dan kemudian ditambahkan masing-masing 35 ml 2-propanol. Campuran dipisahkan dengan sentrifug kecepatan 600 rpm selama 10 menit. Kemudian ditambahkan NH_4Cl sebanyak 3,5 gram yang telah dilarutkan dengan 300 mL aquades dan di stirrer selama 1 jam. Campuran tersebut kemudian didiamkan sampai terbentuk endapan. Kemudian endapan ditambah PVA 3,4 gram yang telah dilarutkan dalam 34 ml air hangat, PEG 5 mL sebagai pembentuk dan penyeragaman pori membran dan semen 3,4 gram lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam.

Pada proses pencetakan membran, campuran bahan dituangkan kedalam cawan petri dan didiamkan selama 30 jam dengan diangin-anginkan kemudian

membran yang agak kering dioven pada suhu 70°C selama 1 jam. Membran silika yang sudah kering kemudian di karakterisasi menggunakan FTIR, SEM dan diuji kuat tariknya.

4. Uji Swelling (Bokan, 2013)

Membran silika dan membran silika-semen dipotong dengan berat yang sama. Ditimbang berat awalnya (W_s). Membran silika dan silika-semen direndam dalam 50 mL aquades selama 10, 30 dan 50 menit. Setelah direndam permukaan membran dikeringkan dengan tisu kertas dan ditimbang berat akhirnya (W_d).

Rumus:

$$swelling = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\% \dots \dots \dots (III.1)$$

Dengan W_d adalah massa awal membran dan W_s adalah massa akhir membran.

5. Pengukuran kadar fosfat

a. Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan standar fosfat 0,4 ppm dipipet sebesar 50 mL, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer ditambah 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda,

ditambah tetes demi tetes H_2SO_4 2,5 M sampai warna hilang. Ditambahkan 8 mL larutan pengompleks dan dihomogenkan. Kemudian diukur serapannya dengan UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm sehingga dapat diperoleh panjang gelombang maksimum.

b. Pembuatan kurva kalibrasi

Kadar fosfat 0,0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L, 0,8 mg/L; 1,0 mg/L diambil 50 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Setelah itu ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 2,5 M sampai warna hilang. Kemudian ditambahkan 8 mL larutan pengompleks dan dihomogenkan. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, lalu dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang maksimum. Kurva kalibrasi dibuat dengan menplotkan konsentrasi larutan dan absorbansi sehingga didapatkan persamaan garis lurus (Ndani, 2016).

c. Pengukuran fosfat

Fosfat hasil filtrasi dipipet sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 2,5 M sampai warna hilang. Setelah itu ditambahkan 8 mL larutan campuran kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, lalu dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang maksimum.

6. Pengujian membran untuk analisis fosfat (Kumala dkk., 2014)

Membran silika dan membran silika-semen dipotong melingkar dengan diameter 47 mm sesuai sel filtrasi membran dan kertas saring. Kemudian membran dan kertas saring dimasukkan ke dalam alat filtrasi (Reaktor). Lalu memasukkan 25 mL air limbah dan ditutup rapat diberi tekanan hingga larutan menembus. Diukur nilai fluks membran dan mengukur koefisien rejeksi dengan mengukur konsentrasi sebelum dan sesudah melewati membran. Untuk mendapatkan nilai fluks dapat menggunakan

persamaan (II.1) dan koefisien rejeksi dengan persamaan (II.2)



Gambar 3.1 reaktor (Rachmawati, 2013)

7. Penentuan kinerja membran setelah dilakukan secara berulang (Bokau, 2013)

Membran yang telah digunakan aplikasi kembali digunakan untuk proses filtrasi fosfat. Membrane sebelum digunakan dicuci dulu dengan akuades dan direndam dengan NaOH 5% untuk membersihkan membran dari pengotor dan membuka kembali pori membran. Proses pengulangan dilakukan hingga konsentrasi fosfatnya menurun secara signifikan. Dari data itu dapat menyimpulkan kinerja membran ketika digunakan secara berulang untuk proses filtrasi.

BAB IV

PEMBAHASAN

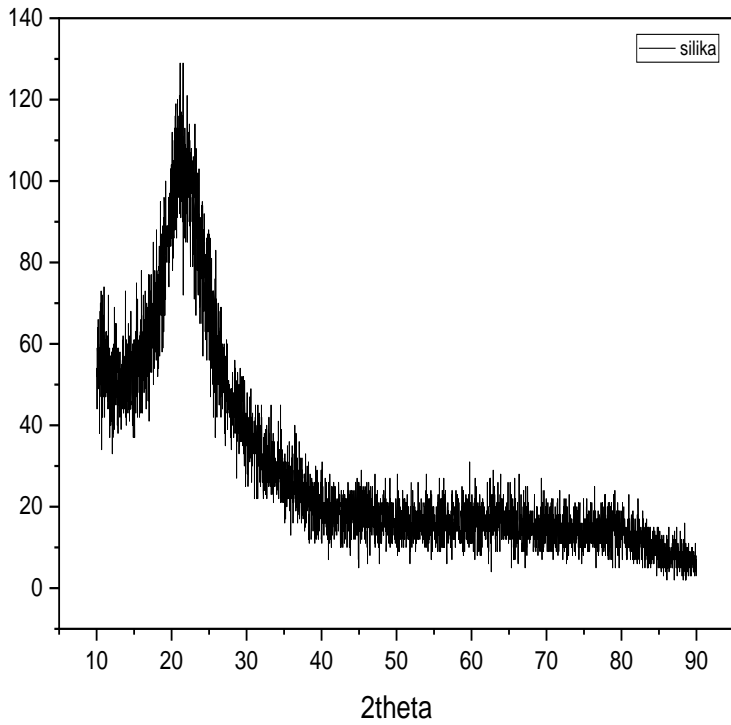
Pada bab ini akan dibahas pembuatan dan karakterisasi membran silika dan silika-semen yang dibuat langsung dari silika sekam padi. Membran yang telah dibuat kemudian diuji *swelling*, fluks dan persen rejeksinya. Karakterisasi yang dilakukan pada membran yaitu *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui vibrasi gugus fungsi pada membran dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk memperoleh informasi tentang morfologi permukaan.

A. Sintesis silika sekam padi

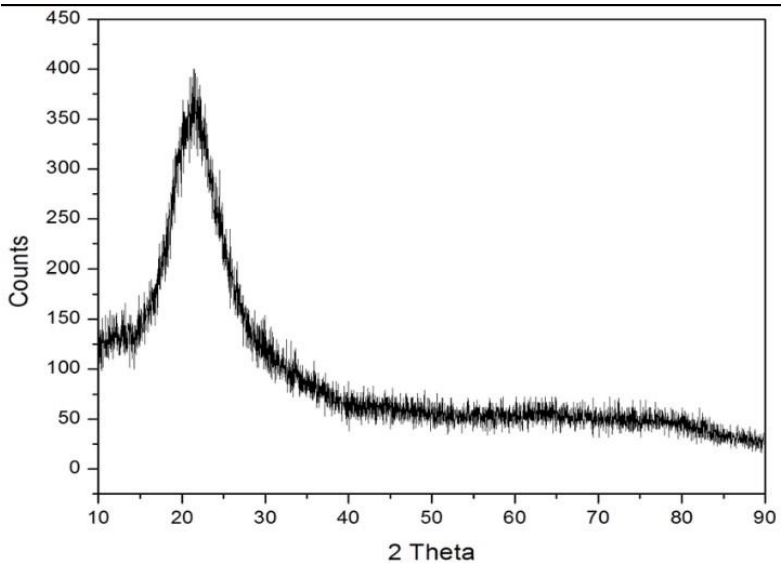
Proses sintesis natrium silika dari sekam padi dilakukan dalam dua tahap yaitu isolasi silika dari sekam padi dan destruksi dengan NaOH yang diikuti dengan peleburan. Isolasi silika dari sekam padi dilakukan terlebih dahulu dengan pencucian, tujuan pencucian untuk membersihkan sekam padi dari pengotor-pengotor yang dapat mengurangi impuritis yang akan mempengaruhi silika sekam padi yang dihasilkan. Selanjutnya yaitu pengeringan yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang dilakukan di bawah sinar matahari selama 3-4 hari. Setelah kering, sekam padi diarangkan dalam furnace pada suhu 300°C yang bertujuan agar pada proses pengabuan

tidak membutuhkan waktu yang lama. Hasil pengarangan diabukan dalam furnace suhu 600°C selama 3 jam dan dihasilkan abu sekam padi berwarna putih. Abu yang didapatkan kemudian dimurnikan dengan HCl bertujuan untuk melarutkan kandungan selain SiO_2 berupa oksida-oksida logam seperti MgO , K_2O , Fe_2O_3 dan CaO (Kalapathy dkk., 2001). Proses pemurnian menggunakan HCl karena sifat kimia SiO_2 tidak larut atau reaktif terhadap semua asam kecuali HF, sehingga tidak mengurangi rendemen SiO_2 yang terbentuk. Hasil pemurnian diaduk 2 jam pada suhu 70°C dan dicuci hingga pH netral. Proses ini menghasilkan abu sekam padi sebesar 52,30914% dari 10,64 gram arang sekam padi.

Hasil sekam padi sintesis dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristalinitas. Hasil analisis menggunakan XRD menghasilkan difraktogram yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1.A. Difraktogram silika abu sekam padi

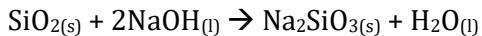


Gambar 4.1.B. Difaktrogram silika abu sekam padi literatur

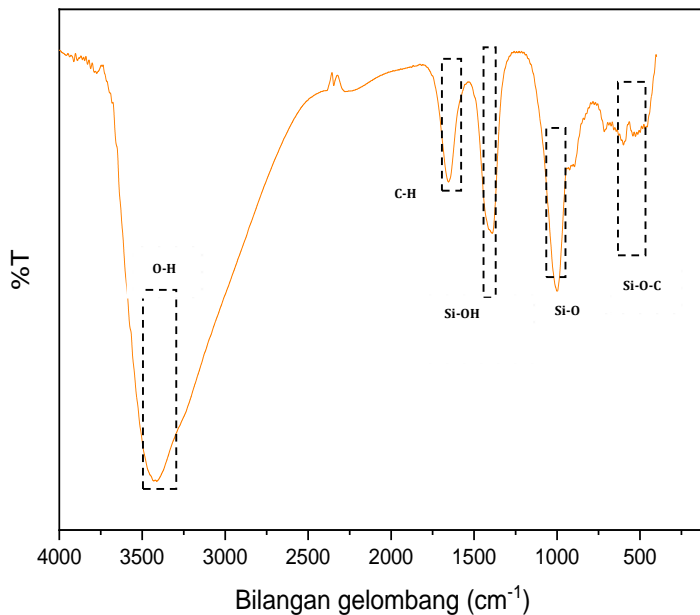
Pada gambar 4.1 terdapat puncak lebar pada $2\theta = 21,13$; $2\theta = 21,5$; $2\theta = 22,07$ dengan puncak tertinggi pada $2\theta = 22,07$ menunjukkan bahwa serbuk silika mengandung SiO_2 dalam fasa amorf. Hal tersebut telah dilakukan oleh Hanafi, A. dan Nandang (2010) bahwa pola silika yang muncul pada $2\theta = 20-27$ menunjukkan pola difraksi silika dengan fasa amorf terhidrat. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Bokau N.S, 2013.

B. Pembuatan Natrium Silikat

Silika hasil isolasi kemudian dibuat menjadi natrium silikat. Natrium silikat dibuat dengan melarutkan silika hasil sintesis dalam NaOH dan dilakukan proses peleburan pada suhu 500°C. Pemilihan NaOH sebagai pelarut dikarenakan NaOH memiliki titik leleh yang lebih rendah daripada Na_2CO_3 sehingga memudahkan pembentukan pada temperature yang tidak terlalu tinggi. Pelarutan yang diikuti dengan peleburan bertujuan untuk mengubah abu sekam padi menjadi natrium silikat sempurna. Natrium silikat Natrium silikat yang diperoleh berbentuk padatan berwarna putih kehijauan. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Natrium silikat yang diperoleh dianalisis menggunakan FTIR yang ditunjukkan pada gambar 4.2



Gambar 4.2. Spektra FTIR Natrium Silikat

Hasil analisis Natrium silikat dengan FTIR ditunjukkan pada gambar 4.2 dan interpretasi pola serapan ditampilkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Intepretasi pola serapan

No	Bilangan gelombang	Gugus fungsi
1.	3412,65	Vibrasi -OH dari Si-OH atau air
2.	1654,42	Vibrasi tekuk -OH dari silanol
3.	1390,35	Vibrasi tekuk silanol (Si-OH)
4.	999,08	Vibrasi ulur Si-O dari silanol
5.	599,8	Vibrasi tekuk dari siloksan Si-O-Si

Karakterisasi dengan FTIR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} . Gugus siloksan Si-O-Si muncul yang ditandai dengan pita serapan di bilangan gelombang 599,8 cm^{-1} . Bilangan gelombang 999,08 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur Si-O pada silanol. Vibrasi tekuk Si-OH ditunjukkan pada bilangan gelombang 1390,30 cm^{-1} . Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Trivana L (2015). Pada gelombang 1654,42 cm^{-1} merupakan puncak untuk vibrasi gugus OH dari Si-OH. Dapat dilihat bahwa pada puncak tersebut natrium silika yang dihasilkan masih mengandung air dan selain itu didukung dengan intensitas yang cukup tinggi pula pada

bilangan gelombang $3412,62\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan vibrasi -OH dari air.

C. Pembuatan membran

1. Membran silika

Pembuatan membran dilakukan dengan menimbang 5,8 dan 10 gram silika kemudian ditambah 2-propanol untuk mencuci silika dan meningkatkan nilai fluks air zat terlarut serta kemampuan rejeksi dari membrane yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan proses *centrifuge* yang berfungsi untuk memisahkan larutan dan endapan. Lalu ditambahkan NH_4Cl untuk melarutkan dan mencegah tumbuhnya mikroba pada membran yang akan dibuat. Silika dan NH_4Cl di aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam.

Setelah larut sempurna ditambahkan PVA sebagai zat perekat silika, PEG 5 mL untuk penyeragaman pori membran. Campuran PVA (Poly Vinyl Alcohol) dan PEG (Poly Etylen Glicol) merupakan polimer yang biasa dimanfaatkan sebagai pembentuk membran karena memiliki kemampuan pembentuk film, ketahanan mekanik, perekat yang baik, fleksibilitas tinggi serta kemampuan tarik yang tinggi. Aquadest untuk membentuk permukaan membran yang halus dan rata

(Rachmawati, 2013). Percetakan campuran dalam cawan petri dan pengeringannya pada suhu ruang selama satu minggu. Pengaruh cuaca dapat mempengaruhi lama pengeringan. Membran yang sudah kering menunjukkan pelarut menguap sempurna sesuai dengan penelitian Rachmawati, 2013.

2. Membran silika-semen

Membran silika-semen dibuat dengan menimbang silika 5, 8 dan 10 gram. Kemudian ditambahkan 2-propanol untuk mencuci natrium silikat dan dilakukan proses *centrifuge* untuk memisahkan larutan dan endapan. Endapan yang terbentuk ditambahkan NH_4Cl untuk melarutkan natrium silikat dan mencegah tumbuhnya mikroba. Campuran tersebut di stirer selama 2 jam.

Setelah larut sempurna, ditambahkan PVA (*Poly Vinil Alcohol*) sebagai perekat, PEG (*Poly Etylen Glicol*) untuk penyeragaman pori membran dan semen untuk pengikat dan memperkuat ketahanannya di dalam air (Akbar, 2010). Campuran dicetak dengan teknik *sintering*. Teknik tersebut merupakan teknik yang paling sederhana yang dapat digunakan untuk material organik atau anorganik. Kelebihan teknik sintering adalah membentuk membran yang lebih kuat dan

bebas retak (Machfudzoh, 2014). Cetakan dikeringkan pada suhu ruang selama satu minggu.

D. Karakterisasi Membran

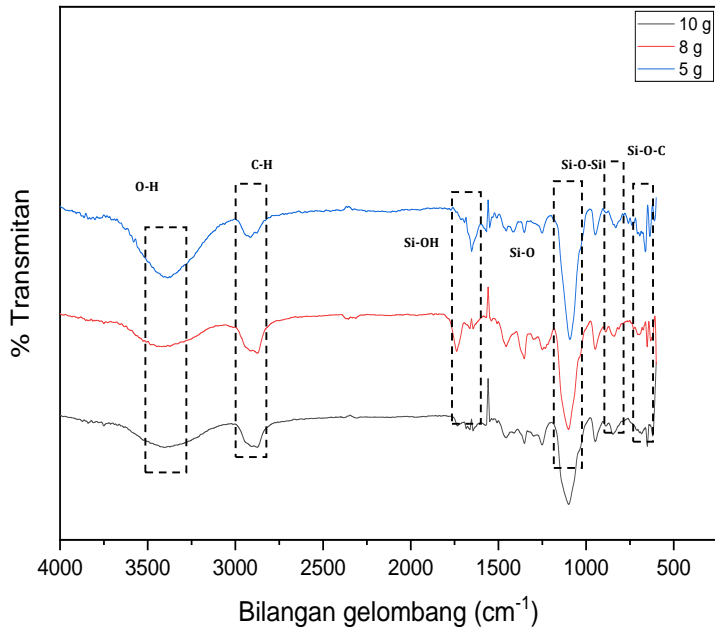
Dalam penelitian ini dilakukan karakterisasi terhadap membran hasil sintesis yang meliputi, gugus fungsi dengan FTIR, kapasitas penyerapan air (uji *swelling*), uji fluks, persen rejeksi dan SEM.

1. Karakterisasi gugus fungsi membran menggunakan FTIR

Analisis menggunakan FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi membran silika dan membran silika-semen.

a. Membran silika

Spektra FTIR gabungan membran silika ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Spektra FTIR Membran Silika

Dari spektra FTIR gabungan membran yang ditunjukkan pada gambar 4.3 dilakukan analisis gugus fungsi pada membran silika. Hasil analisis gugus fungsi yang diperoleh dari Gambar 4.3, dipaparkan melalui Tabel 4.2.

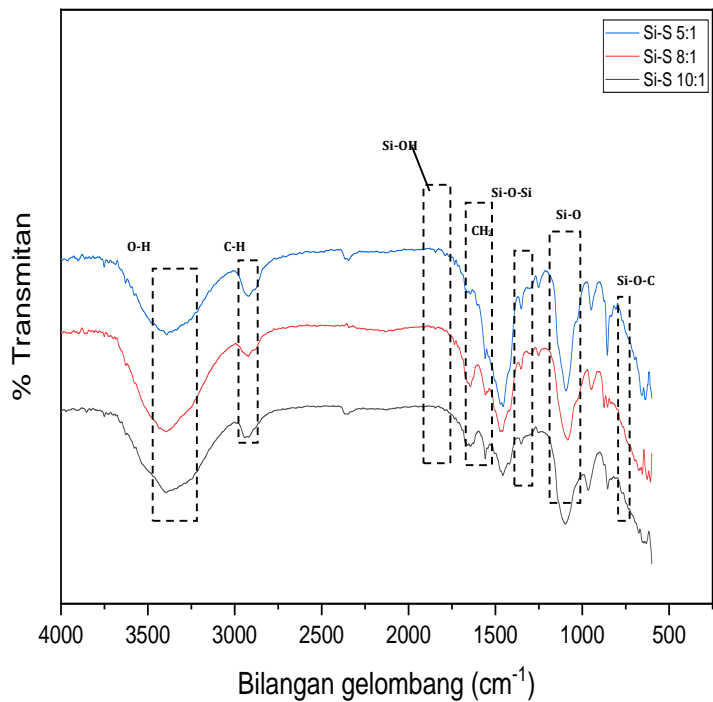
Tabel 4.2 Hasil analisis gugus fungsi membran silika.

Jenis serapan	Bilangan gelombang membran silika (cm^{-1})		
	5 g	8 g	10 g
Si-O-C	683,58	695,44	662,31
Si-O	947,9	947,73	947,23
Si-O-Si	1251,23	1249,39	1092,15
Tekukan C-H	1351,88	1352,94	-
Tekukan CH_2	1455,63	1455,94	-
Si-OH	1662,2	1644,87	1653,15
Uluran CH	2876,73	2875,17	
Uluran OH	3406,49	3418,81	3385,62

Tabel 4.2 menunjukkan adanya gugus fungsi Si-OH, Si-O, Si-O-Si, OH, dan Si-O-C. Gugus hidroksil silika berasal dari ikatan gugus Si-OH atau gugus silanol. Pada bilangan gelombang $1251,23 \text{ cm}^{-1}$, $1249,39 \text{ cm}^{-1}$, dan $1092,15 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya pita serapan vibrasi ulur simetri Si-O-Si (gugus siloksan). Serapan pada panjang gelombang $947,9 \text{ cm}^{-1}$, $947,73 \text{ cm}^{-1}$ dan $947,23 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan pita serapan vibrasi ulur Si-O pada Si-OH.

b. Membran silika-semen

Spektrum FTIR membran silika-semen dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Spektra FTIR Membran Silika-Semen

Hasil analisis gugus fungsi membran silika-semen dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Analisis gugus fungsi membran silika-semen

Jenis serapan	Bilangan gelombang membran Si-S (cm^{-1})		
	Si-S1	Si-S2	Si-S3
Si-O-C	631,01	654,5	655,99
Si-O	965,83	874,99	948,69
Si-O-Si	1097,41	1083,84	1094,33
Tekukan C-H	-	-	1352,51
Tekukan CH_2	1457,24	1472,35	1456,32
Si-OH	1643,73	1644,42	-
Uluran CH	2941,18	2923,22	2920,61
Uluran OH	3396,98	3396,26	3392,53
C=C	1558,84	-	1559,08

Hasil FTIR Silika-Semen menunjukkan adanya gugus fungsi Si-O-C, Si-OH, Si-O-Si, Si-O- CH_2 , C-H, O-H, dan C=C. Pada membran silika-semen ditemukan serapan C=C yang merupakan ikatan ganda dari cincin benzena. Serapan pada pita lebar pada daerah 3000-4000 cm^{-1} merupakan puncak yang khas untuk vibrasi ulur gugus OH (karbon hidroksil). Gugus hidroksil pada membran silika-semen berasal dari gugus Si-OH atau gugus silanol. Bilangan gelombang 1558,84 cm^{-1} dan 1559,08 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=C pada silika-semen. Gugus Si-O-Si dan Si-OH merupakan gugus aktif silika yang membentuk pori dengan ikatan silika-oksigen antar molekul sehingga

membentuk rantai panjang Si-O₂. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Susilowati dkk., 2018.

2. Uji Kapasitas Penyerapan Air (*Swelling*)

Uji *Swelling* pada membran bertujuan untuk memprediksi ukuran zat yang bisa berdifusi ke dalam membran. Hasil uji kapasitas penyerapan air oleh membran silika dan membran silika-semen disajikan pada tabel dibawah.

Tabel 4.4. Data hasil uji swelling membran silika

Massa silika (g)	Waktu perendaman (menit)	<i>Swelling Index (%)</i>
5	10	17,5
8	10	15,83
10	10	14,16

Tabel 4.4. Menunjukkan bahwa membran silika mempunyai ketahanan dalam air dalam waktu 10 menit. Hal tersebut terjadi karena PVA merupakan polimer hidrofilik yang memiliki sifat dapat larut dalam air dan Natrium silikat juga merupakan garam yang larut dalam air dengan komposisi sodium meta silikat (Na₂SiO₃) (A. H. Effendi, 2007).

Tabel 4.5. Data hasil uji swelling membran silika-Semen

Membran	Waktu perendaman (Menit)	<i>Swelling index</i> (%)
Si-S1	10	60
	30	64,1
	50	85
Si-S2	10	25
	30	45
	50	49,1
Si-S3	10	22,5
	30	35,8
	50	42,5

Dari tabel 4.4 dan 4.5 terdapat perbedaan kapasitas penyerapan dan ketahanan terhadap air oleh membran silika dan membran silika-semen. Derajat penyerapan air ditentukan dengan metode gravimetri yaitu menghitung selisih massa basah dan kering membran sesuai pada lampiran 10. Untuk membuat membran yang tahan terhadap air dalam penelitian ini digunakan semen sebagai pengikat

sehingga dapat memperbaiki sifat mekanik membran. Dari data *swelling* membran silika-semen diatas menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka kemampuan *swelling* membran semakin meningkat. Hal ini mengidentifikasi bahwa membran silika-semen Si-S1 (5:3,4 gram) merupakan membran yang paling hidrofilik dan bagus untuk proses filtrasi. Uji *swelling* menunjukkan semakin banyak penambahan silika maka hasil persen *swelling* semakin kecil, hal ini disebabkan semakin banyak massa silika maka jarak antar molekul semakin rapat dan pori-pori yang terbentuk pada membran akan semakin kecil sehingga air sulit untuk terdifusi kedalam membran yang menyebabkan kemampuan mengembangnya kecil. Secara umum membran silika-semen mempunyai ketahanan yang baik karena membran tidak hancur dan rapuh.

3. Uji Fluks Membran Silika dan Silika-Semen

A. Membran silika

Uji fluks merupakan kemampuan membran dalam melewati filtrat. Pada penelitian ini membran silika tidak dapat diuji karena keadaan membran yang rapuh dan langsung larut dalam air karena membran yang tersusun dari Na_2SiO_3 dan PVA (Poly Vinil Alcohol) yang merupakan polimer hidrofilik yang akan larut dalam air dalam waktu yang singkat (A. H. Effendi, 2007).

B. Membran silika-semen

Uji fluks bertujuan untuk mengetahui volume permeat yang melewati membran dengan adanya daya dorong. Membran yang akan diuji dipotong dengan diameter 47 mm. Sebelum diuji membran direndam dalam akuades untuk membuka pori membran sehingga pada saat proses filtrasi lebih maksimal. Dari tabel 4.6 menunjukkan pengaruh massa silika terhadap nilai fluks membran.

Tabel 4.6. Hasil fluks membran silika-semen

No	Membran	Volume (mL)	Luas Permukaan (m ²)	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² .jam)
1.	Si-S1	25	1,734x10 ⁻³	0,3166	45,54
2.	Si-S2	25	1,734x10 ⁻³	0,5016	28,74
3.	Si-S3	25	1,734x10 ⁻³	0,6608	21,83

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa semakin besar massa silika yang terkandung dalam membran maka fluksnya akan semakin kecil. Hal ini dimungkinkan karena semakin besar massa silika maka kerapatan dan pori-pori membran akan

semakin rapat sehingga waktu alir yang dibutuhkan untuk melewati membran lama dan menghasilkan fluks kecil. Nilai fluks yang paling besar adalah membran silika-semen Si-S1 (5:3,4 gram) karena massa silika yang terkandung dalam membran tersebut lebih kecil dibanding yang lain sehingga pori dalam membran lebih banyak terbuka. Semakin tinggi nilai fluks membrane maka semakin banyak volume permeat yang dapat melewati membran tersebut. Dari data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa membran yang dibuat tersebut merupakan membran ultrafiltrasi yang memiliki kisaran fluks 10-50, hal ini ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.7. Kisaran nilai fluks (Maharani dan damayanti, 2013)

Proses membran	Kisaran nilai fluks (L.m ² /jam)
Mikrofiltrasi	>50
Ultrafiltrasi	10-50
Nanofiltrasi	1,40-12
Osmosis Balik	0,05-1,40

4. Hasil Uji Kuat Tarik Membran

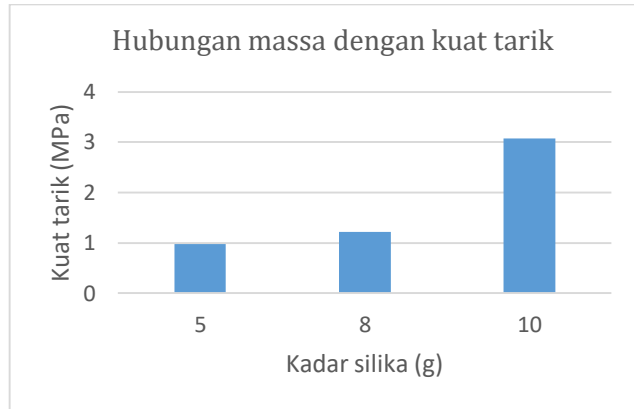
Elastisitas dan ketahanan tarik membran silika sekam padi ditentukan melalui uji Tarik. Karakterisasi sifat mekanik digunakan untuk mengetahui kekuatan membran terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak kekuatan membran. Kekuatan Tarik membran dapat dilihat dari nilai *Load* yaitu nilai tegangan membran pada saat putus dan nilai *stroke* yaitu nilai regangan membran pada saat putus.(Yunianti, dan Maharani, 2012)

A. Membran Silika

Data hasil uji kuat Tarik membran silika dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8. Kuat Tarik membran silika

No	Sampel (g)	Kuat Tarik (MPa)	Persen Elongasi (%)
1.	5	0,9809	27,6241
2.	8	1,223	32,5042
3.	10	3,0732	33,1264



Gambar 4.5 Hubungan massa silika dengan kuat tarik membran.

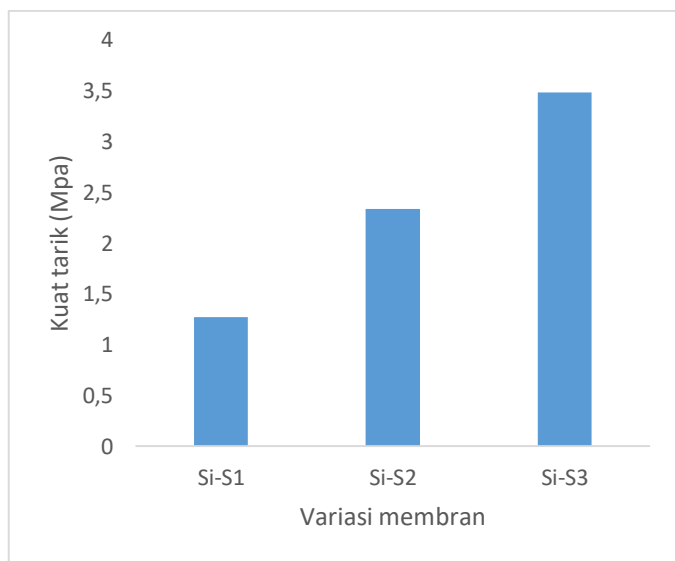
Berdasarkan pada gambar diatas menunjukkan semakin banyak penambahan silika maka menyebabkan meningkatnya kuat tarik. Semakin besar nilai kuat tariknya maka semakin kuat membran ketika diberi tekanan dalam pengujian. Pada penelitian tersebut kuat tarik yang paling besar terdapat pada massa silika 10 gram karena semakin rapat pori membran maka daya tarik antar atom akan semakin besar sehingga kuat tarik semakin besar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aprilia (2012).

B. Membran Silika-Semen

Hasil pengujian kuat tarik membran silika-semen disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil uji kuat tarik membran silika-semen

No	Sampel	Kuat Tarik (Mpa)	Persen elongasi (%)
1.	Si-S1	1,2753	4,322
2.	Si-S2	2,34	11,838
3.	Si-S3	3,4824	27,485



Gambar 4.6 Pengaruh penambahan semen pada kuat Tarik membran.

Gambar 4.6 menunjukkan adanya peningkatan kuat tarik oleh membran silika-semen. Dari data yang diperoleh, penambahan semen pada membran silika cenderung meningkatkan nilai kuat tariknya (MPa) namun menurunkan persen elongasinya. Berdasarkan gambar 4.6 kuat Tarik tertinggi terdapat pada membran silika-semen Si-S3 (10:3,4 gram), sedangkan nilai kuat Tarik terendah terdapat pada komposisi Si-S1 (5:3,4 gram). Menurunnya nilai elongasi pada membran silika-semen sesuai dengan penelitian Novela, Inka, (2018) karena rantai polimer tidak mampu lagi untuk mengikat senyawa organik. Senyawa organik yang berada diluar fase polimer akan menurunkan gaya intermolekul sehingga membran yang dihasilkan akan keras.

5. Penentuan kadar fosfat limbah deterjen

a. Penentuan panjang gelombang maksimum

Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan memipet 0,6 ppm larutan standar kemudian ditambah 1 tetes indikator phenolphthlein (pp) sebagai indikator perubahan warna. Jika terbentuk warna merah muda maka larutan tersebut bersifat basa sehingga perlu ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 2,5 N untuk mengubah larutan pada kondisi netral yang ditandai dengan larutan tidak berwarna. Kemudian ditambah

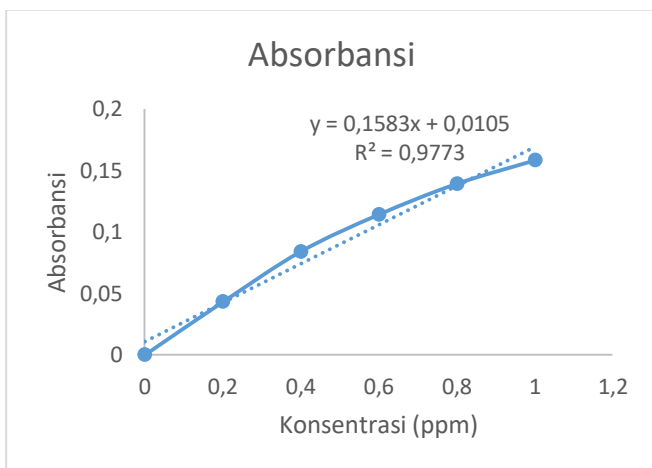
larutan pengompleks 8 mL. Pengukuran larutan standar tersebut dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang yang digunakan yaitu 400-800 nm. Hasil panjang gelombang maksimum muncul pada panjang gelombang 792 nm dapat dilihat pada lampiran 17.

b. Pembuatan kurva standar

Larutan standar fosfat dibuat dari larutan induk KH_2PO_4 . Konsentrasi larutan fosfat di variasikan sebesar 0,0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L dan 1 mg/L. Pada setiap konsentrasi tersebut ditambahkan 1 tetes indikator pp sebagai indikator perubahan warna, H_2SO_4 untuk menetralkan larutan dan 8 mL larutan pengompleks. Larutan standar dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 792 nm. Hasil absorbansi larutan standar fosfat ditampilkan pada tabel 4.10. . Data konsentrasi dan absorbansi tabel 4.10 diplotkan dan diperoleh kurva kalibrasi fosfat seperti gambar .

Tabel 4.10. Absorbansi larutan standar fosfat

Konsentrasi standar (ppm)	Absorbansi
0	0
0,2	0,043
0,4	0,084
0,6	0,114
0,8	0,139
1,0	0,158



Gambar 4.7 Kurva kalibrasi larutan standar

Dari kurva standar didapatkan persamaan $y = 0,1583x + 0,0105$ dengan (R^2) sebesar 0,9773 ($r=0,988$). Jika nilai koefisien korelasi mendekati 1 atau $>0,95$ maka dapat dikatakan bahwa hasil dari larutan standar telah memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan sebagai acuan penentuan konsentrasi kadar fosfat dari sampel limbah deterjen yang akan dianalisis (Utomo dkk, 2018)

c. Pengukuran sampel limbah deterjen

Sampel deterjen diambil dari bekas cucian baju. Pengukuran fosfat pada sampel, 25 mL limbah deterjen ditetesi dengan indikator pp yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda yang mengidentifikasi bahwa sampel bersifat basa. Selanjutnya, ditambah 1 tetes H_2SO_4 2,5 N untuk merubah larutan menjadi netral. Pada saat ditambahkan 8 mL larutan pengompleks terjadi perubahan warna menjadi biru pekat. Sampel kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 972 nm. Hasil pengukuran menunjukkan nilai absorbansinya sebesar 1,422. Nilai absorbansi tersebut melebihi nilai absorbansi yang baik pada analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

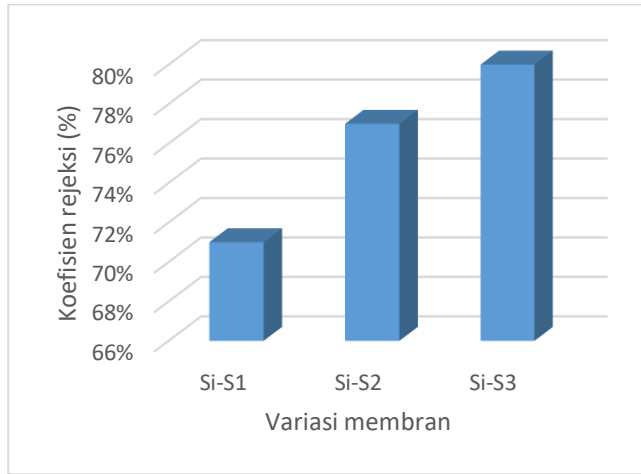
Namun, dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi fosfat dalam limbah deterjen sangat tinggi. Perhitungan konsentrasi berdasarkan persamaan regresi menghasilkan konsentrasi fosfat dalam sampel sebesar 9,17 ppm. Hal ini menandakan bahwa sampel memiliki kadar fosfat yang tinggi dan telah melewati batas baku mutu Permen LH No. 16 yaitu sebesar 2 ppm. Sehingga limbah deterjen perlu dilakukan pengolahan agar tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan seperti penelitian Masduqi, 2004.

Proses filtrasi fosfat limbah deterjen dilakukan dengan cara mengalirkan limbah deterjen melewati membran yang telah disusun sedemikian rupa. Pada tabel 4.11 disajikan pengaruh penambahan massa silika terhadap filtrasi fosfat limbah deterjen oleh membran silika-semen.

Tabel 4.11. Hasil filtrasi fosfat limbah deterjen

No	Membran	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)	Koefisien rejeksi (%)
1.	Si-S1	9,177	2,72	71%
2.	Si-S2	9,177	2,18	77%
3.	Si-S3	9,177	1,908	80%

Berdasarkan tabel 4.11 dapat dilihat diagram peningkatan koefisien rejeksi membran silika-semen pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kenaikan koefisien rejeksi membran silika-semen.

Dari gambar 4.8 menunjukkan bahwa koefisien rejeksi semakin meningkat dengan bertambahnya massa silika ke dalam membran. Membran yang mempunyai koefisien rejeksi terbesar yaitu membran silika-semen Si-S3 (10:3,4 gram) karena pori-pori membran yang terbentuk kecil, sehingga zat-zat organik dapat tertahan pada permukaan membran dan menutupi pori membran yang menyebabkan koefisien rejeksinya tinggi. Efisiensi penyisihan fosfat dapat dilihat dari besarnya kemampuan membran dalam merejeksi fosfat yang terkandung dalam limbah deterjen yang dinyatakan dalam koefisien rejeksi. Semakin besar nilai koefisien rejeksi maka semakin besar pula

kemampuan membran untuk menyisihkan fosfat sehingga membran yang terbuat semakin baik.

6. Proses filtrasi fosfat limbah deterjen secara berulang.

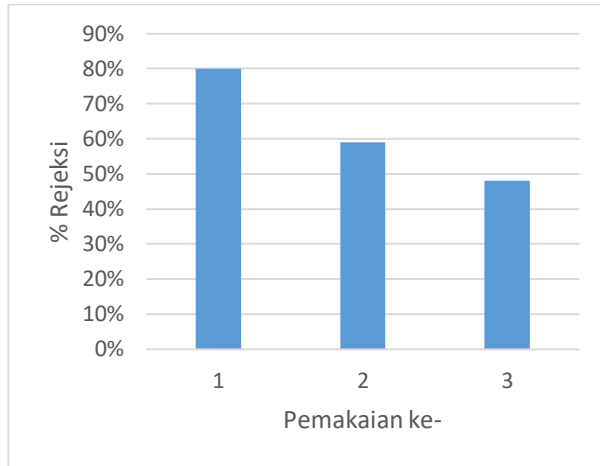
Pengulangan proses filtrasi fosfat dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan ketahanan membran silika-semen setelah digunakan untuk aplikasi. Proses filtrasi fosfat berulang dilakukan dengan membran paling optimal yaitu membran silika-semen Si-S3. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali.

Penurunan kinerja membran silika-semen terdapat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Kinerja membran silika-semen Si-S3 secara berulang.

Pemakaian ke-	%Rejeksi
1	80%
2	58,9%
3	48%

Dari Tabel 4.12 dapat dibuat penurunan kinerja membran seperti gambar 4.9



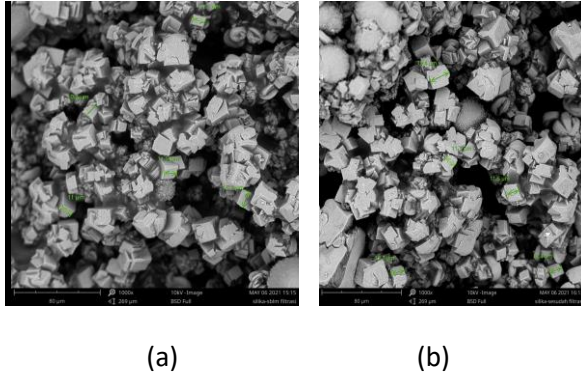
Gambar 4.9 Grafik penurunan kinerja membran silika-semen Si-S3

Dari gambar 4.9 menunjukkan membran silika semen kurang maksimal digunakan 3 kali pengulangan karena terjadi penurunan koefisien rejeksi. Hal itu terjadi sebab pori dari membran mengalami *fouling* karena molekul-molekul pada permukaan terjebak didalam membran.

7. Karakterisasi morfologi menggunakan SEM (*Scanning Elektron Microscopy*)

Uji SEM (*Scanning Elektron Microscopy*) dilakukan pada membran silika-semen yang optimal yaitu dengan massa silika 10 g dan semen 3,4 g. Analisis menggunakan SEM (*Scanning Elektron Microscopy*) bertujuan untuk

mengetahui morfologi permukaan. Hasil SEM membran silika-semen ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Citra SEM perbesaran 100X: (a) Sebelum filtrasi ; (b) Sesudah filtrasi

Dari data SEM dapat dilihat bahwa morfologi membran Si-S3 (10:3,4 g) merupakan membran berpori dengan ukuran yang tidak seragam, Hasil SEM menunjukkan perbesaran 1000X dapat kita lihat membran sebelum filtrasi memiliki pori kurang lebih 11,1 μm . Pada gambar 4.10 (b) yaitu membran setelah digunakan untuk filtrasi memiliki pori kurang lebih 12,4 μm dimana membran hanya terisi Na_2SiO_3 dan kristal silika dari semen sehingga pada saat diaplikasikan membran lebih selektif. Bertambahnya ukuran partikel menandakan fosfat berhasil diserap. Pada gambar (b) dapat dilihat bahwa permukaan membran

seperti terdapat busa yang mengering akibat pemberian limbah deterjen yang menandakan bahwa membran mengalami *fouling* akibat menempelnya bahan organik dan anorganik pada limbah.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik Silika dari abu sekam padi berwarna putih dengan sifat amorf dan dikarakterisasi dengan XRD menunjukkan puncak lebar $2\theta=22,07$ yang menandakan silika mengandung SiO_2 . Hasil swelling menunjukkan semakin kecil massa silika maka nilai swelling meningkat sehingga membran semakin hidrofilik dan bagus untuk proses filtrasi, Semakin besar penambahan silika fluks membran menunjukkan semakin kecil, dan semakin besar massa silika maka semakin besar nilai koefisien rejeksinya sehingga semakin baik kemampuan membran untuk menyisihkan fosfat
2. Karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi Si-O-Si pada bilangan gelombang $1092,15 \text{ cm}^{-1}$ yang mengidentifikasi membran silika dan gugus C=C pada bilangan gelombang $1559,08 \text{ cm}^{-1}$ yang mengidentifikasi adanya trikalsium silikat dan

trikalsium aluminat pada semen. Hasil swelling menunjukkan semakin kecil massa silika maka nilai swelling meningkat sehingga membran semakin hidrofilik dan bagus untuk proses filtrasi, Semakin besar penambahan silika fluks membran menunjukkan semakin kecil, dan semakin besar massa silika maka semakin besar nilai koefisien rejeksinya sehingga semakin baik kemampuan membran untuk menyisihkan fosfat. Analisis SEM menunjukkan membran memiliki pori yang tidak seragam. Penambahan semen pada membran dapat memperkuat ketahanan terhadap air dari 10 menit menjadi 50 menit dan meningkatkan kuat tarik hingga 3,4824 MPa.

3. Membran silika-semen dapat menurunkan konsentrasi dari 9,177 ppm menjadi 1,908 ppm pada membran Si-S3 (10:3,4 gram). Penggunaan membran sebanyak 3 kali menimbulkan penyumbatan pori sehingga menurunkan % rejeksi menjadi 48%.

B. Saran

1. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan variasi semen untuk mengetahui kondisi optimum membran.

2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan membran tersebut dalam aplikasi yang lain.
3. Disarankan untuk penelitian selanjutnya mengukur luas permukaan distribusi pori.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. A. (2010). "Pembuatan Membran Mikrofilter Zeloit Alam Dengan Penambahan Semen Porland Putih." *Skripsi*.
- Aprilia N.I, W. S. dan E. B. S. (2012). "Sintesis membran Silika Abu sekam padi dan aplikasinya untuk Dekolorisasi Rhodamin B pada Limbah Cair." *Chemical Acience*, 1(2252), 1-5.
- Arivah, N. . (2016). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember diakses tahun 2018*.
- Bakri, Ridla, D. (2010). Kaloin Sebagai Sumber SiO₂ untuk Pembuatan Katalis Ni/SiO₂: Karakterisasi dan Uji Katalis Pada Hidrogenasi Benzena Menjadi Sikloheksana. *MAKARA of Science Series*, 12(1), 37-43. <https://doi.org/10.7454/mss.v12i1.304>
- Bokau N.S. (2013). *Sintesis Membran Kitosan termodifikasi silika Abu Sekam Padi Untuk Proses Dekolorisasi*.
- Darmawan, Adi. Dian A., dan G. (2008). "Substitusi Semen oleh Silika Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan dan Suhu Reaksi Semen Portland." *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasinya*, 11(1), 15-19.
- Dkk, R. (2008). "Analisis Kadar Phosfat dan N-Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada Tambak Air Payau akibat Rembesan Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur." *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(3). <https://doi.org/10.15408/jkv.v1i3.223>
- Effendi, A. H. (2007). *Natrium silikat sebagai bahan penghambat api aman lingkungan*. 8(3), 245-252.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. In *Kanisius*.

- Halang, B. (2004). Toksisitas Air Limbah Deterjen Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Bioscientiae*, 1, 39–49.
- Hanafi, A. dan Nandang, R. (2010). Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Produk Kramik. *Jurnal Kimia Indonesia*, 5(1), 35–38.
- Handayani, E. (2009). *Sintesa Membran Nanokomposit Berbasis Nanopartikel Biosilika Dari Sekam Padi Dan Kitosan Sebagai Matriks Biopolimer*.
- Hastuti, M. dan. (2013). KARAKTERISASI SIFAT FISIS MEMBRAN PADAT SILIKA (SiO_2) UNTUK FILTRASI AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR. *Jurnal Neutrino*, 40. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2449>
- Jubaedi, E. (2017). Hubungan Konsentrasi Tawas dengan Persentase Penurunan Kadar Fosfat Total Limbah Deterjen Laudry-X. *Publicitas*, 2(2).
- Kalapathy, U., Proctor, A., & Shultz, J. (2001). A simple method for production of pure silica from rice hull ash. *Fuel and Energy Abstracts*, 42(1), 45. [https://doi.org/10.1016/s0140-6701\(01\)80487-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6701(01)80487-2)
- Kumala, T., Damayanti, A., Lingkungan, J. T., Teknik, F., & Sepuluh, I. T. (2014). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi Zeolit Variasi Massa untuk Filtrasi Kekeruhan dan Fosfat. *Teknik*, 2.
- Lestari, I. . (2015). “ Efektivitas Bentonit teraktivasi Sebagai Penurunan Kadar Ion fosfat dalam Perairan.” *Skripsi*.
- Machfudzoh, maya. (2014). Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Morfologi dan Sifat Mekanik Membran Rapat Asimetris CaTiO_3 . *Thesis*, 4–25.
- Maharani dan damayanti. (2013). Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Fosfat dan

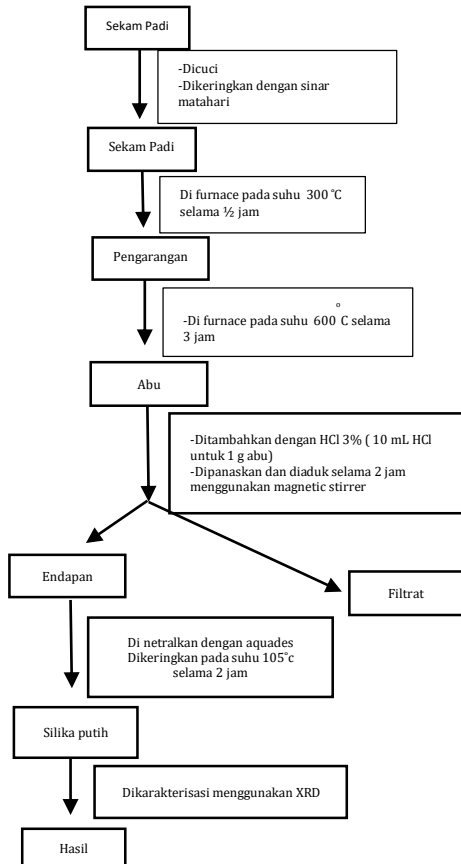
- Amonium. *Teknik*, 2(2).
- Majid, M. dkk. (2017). *Efektivitas penggunaan karbon aktif pada penurunan kadar fosfat limbah cair usaha laundry di kota parepare sulawesi selatan*. 978–979.
- Masduqi, ali. (2004). “Penurunan Senyawa Fosfat dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Haloisit.” *Jurnal Teknik Lingkungan*, 15(1), 47–53.
- Mulder, M. (1991). *“Basic Principles of Membrane Technology.”*
- Myers.D. (2006). *Surfactant Science and Technology*. Kluwer Academic Pulb.
- Ndani, L. P. L. . (2016). Penentuan Kadar Senyawa Fosfat Di sungai Way Kuripan dan Way Kuala Dengan Spektrofotometri UV-VIS. *Skripsi*.
- Nida, R. (2004). Pengelolaan limbah deterjen sebagai upaya minimalisasi polutan di badan air dalam rangka pembangunan berkelanjutan. *Lingkungan*.
- Novela, Inka, D. (2018). Karakterisasi bioplastik dari komposit limbah cair tahu (whey) dan serat daun nanas dengan hidrokoloid carboxymethyl cellulose (CMC). *Fteknik*, 5.
- Prima Astuti Handayani, Eko Nurjanah, dan W. D. P. R. (2015). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 55–59. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3698>
- Rachmawati, V. dan alia damayanti. (2013). “Pengolahan Limbah Cair Industri Pewarnaan Jeans Menggunakan Membran Silika Nanofiltrasi Aliran Cross Flow untuk menurunkan Warna dan Kekeruhan.” *Teknik*, 2(2), 113–117.
- Rahimah, dkk. (2016). “Pengolahan limbah deterjen dengan metode koagulasi - flokulasi menggunakan koagulan

- kapur dan pac." *Jurnal Konversi*, 5(2), 52–59.
<https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4767>
- Santi, S. S. (2009). *Penurunan Konsentrasi Surfactant Pada Limbah Detergen Dengan Proses Photokatalitik Sinar UV*. 4(1), 260–264.
- Setyaningrum, D., Susatyo, E. B., & Alauhdin, M. (2014). "Sintesis membran kitosa-silika abu sekam padi untuk filtrasi ion Cd^{2+} dan Cu^{2+} ." *Chemical Science*, 3(2252).
- Sofia, yayu., Tontowi., dan S. R. (2010). *Penelitian pengolahan air sungai yang tercemar oleh bahan organik*. 145–160.
- Susilowati, E., Mahatmanti, F. W., & Haryani, S. (2018). Sintesis Kitosan-Silika Bead sebagai Pengadsorpsi Ion Logam Pb (II) pada Limbah Cair Batik. *Chemical Aciencie*, 7(2).
- Taslimah, Sriyanti. Nuryono., dan N. (2005). *Sintesis Bahan Hibrida Amonio-Silika dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol-Gel*. 8, 1–8.
- trivana L, S. S. (2015). Sintesis Dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3). *Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 7, 90–97.
- Ulbricht, M. (2006). Advanced functional polymer membranes. *Polymer*, 47(7), 2217–2262.
<https://doi.org/10.1016/j.polymer.2006.01.084>
- Utomo, M. P. (2008). Efek Logam Berat Terhadap Sifat Semen Pada Proses Solidifikasi/Stabilisasi Limbah Berbahaya. *Nasioal Kimia*, 1–9.
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V, Rosyidah, A., Shafwah, O. M., & Naashihah, L. K. (2018). *Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif*. 3(1), 127–140.

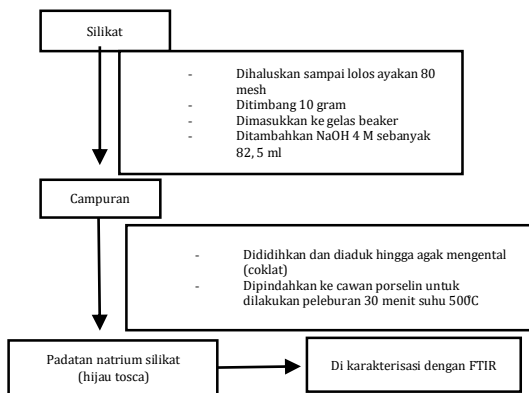
- Widjaja, F, D. (1994). Komposisi Jenis Kelimpahan dan Penyebaran Plankton laut di Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. *Fakultas Perikanan Dan Kelautan*.
- Yunarsih N.M, M. M. dan ketut G. D. . (2013). Efektifitas Membran Khitosan Dari Kulit Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Untuk Menurunkan Fosfat Dalam Air Limbah. *Jurnal of Applied Chemistry*, 1(November), 25–32.
- Yunianti, S., dan Maharani, D. . (2012). Pemanfaatan Membran Kitosan-Silika untuk Menurunkan Kadar Ion Logam PB (II) Dalam Larutan. *Journal of Chemistry*, 1(1), 108–115.

LAMPIRAN

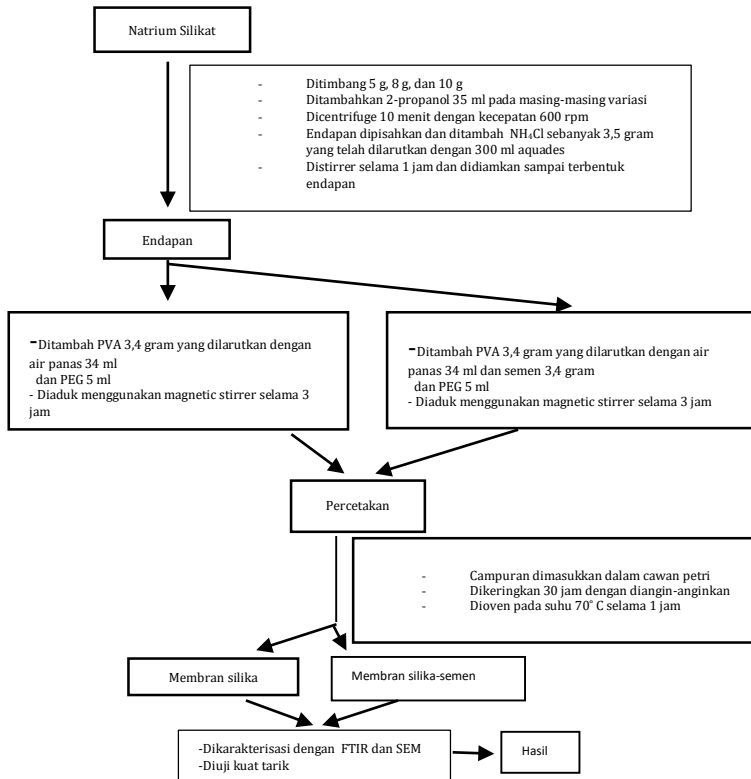
Lampiran 1 : Isolasi dan karakterisasi silika dari sekam padi



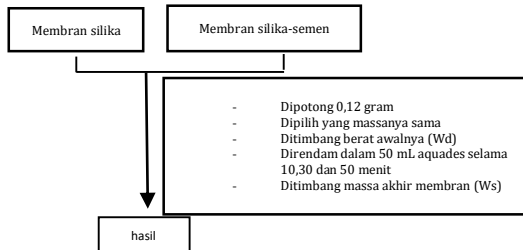
Lampiran 2 : Sintesis dan karakterisasi Na_2SiO_3



Lampiran 3 : Pembuatan dan karakterisasi membran silika dan membran silika-semen

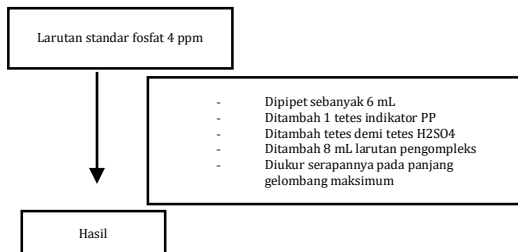


Lampiran 4 : Uji Swelling membran

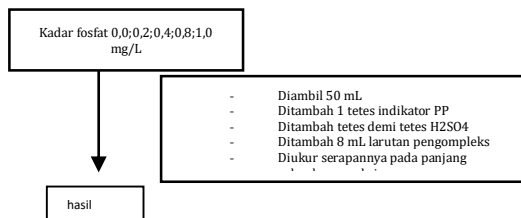


Lampiran 5 : Pengukuran kadar fosfat

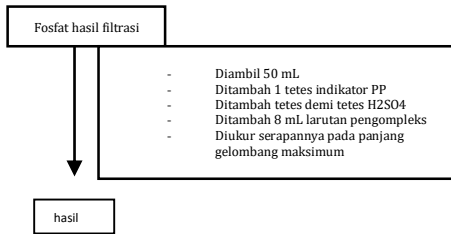
1. Penentuan panjang gelombang



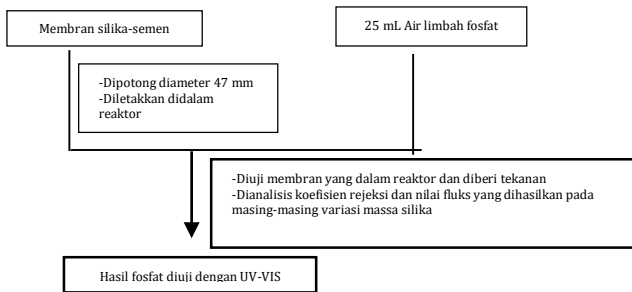
2. Pembuatan kurva kalibrasi



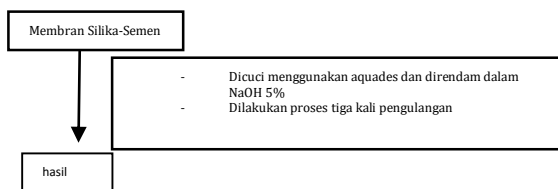
3. Pengukuran fosfat hasil filtrasi



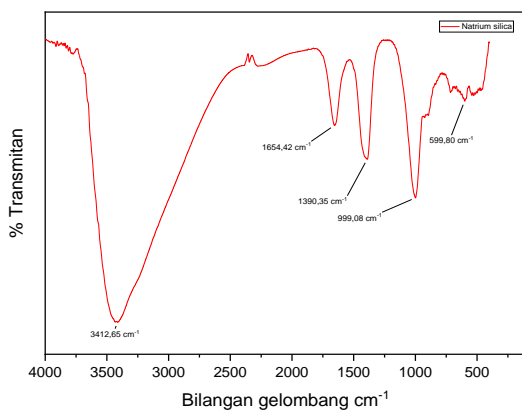
Lampiran 6 : Penggunaan membran untuk analisis fosfat



Lampiran 7 : Penggunaan membran secara berulang



Lampiran 8 : Uji FTIR Natrium Silika



Lampiran 9 : Perhitungan kadar abu

Diketahui: Massa Arang = 10,64 gram

Massa Abu = 5,55 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu (\%)} &= \frac{A}{B} \times 100\% \\ &= \frac{5,55 \text{ gram}}{10,64 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 52,301 \%\end{aligned}$$

Lampiran 10 : Uji *Swelling* membran

1). Membran Silika (t=10 menit)

- Massa silika 5 gram
$$\begin{aligned}\% \text{ Swelling} &= \frac{ws - wd}{wd} \times 100\% \\ &= \frac{0,1412 - 0,12}{0,12} \times 100 \%\end{aligned}$$
$$= 17,5 \%$$
- Massa silika 8 gram
$$\begin{aligned}\% \text{ Swelling} &= \frac{ws - wd}{wd} \times 100\% \\ &= \frac{0,1398 - 0,12}{0,12} \times 100\% \\ &= 15,83\%\end{aligned}$$
- Massa silika 10 gram
$$\% \text{ Swelling} = \frac{ws - wd}{wd} \times 100\%$$

$$= \frac{0,137-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$= 14,16\%$$

2). Membran Silika-Semen

T= 10 menit

- Massa silika 5 gram

$$\% \text{ Swelling} = \frac{Ws-Wd}{Wd} \times 100\%$$

$$= \frac{0,192-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$= 60\%$$
- Massa silika 8 gram

$$\% \text{ Swelling} = \frac{Ws-Wd}{Wd} \times 100\%$$

$$= \frac{0,155-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$= 25\%$$
- Massa silika 10 gram

$$\% \text{ Swelling} = \frac{Ws-Wd}{Wd} \times 100\%$$

$$= \frac{0,147-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$= 22,5\%$$

T= 30 menit

- Massa silika 5 gram

$$\% \text{ Swelling} = \frac{Ws-Wd}{Wd} \times 100\%$$

$$= \frac{0,197-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$= 64,16\%$$
- Massa silika 8 gram

$$\% \text{ swelling} = \frac{0,174-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$= 45\%$$
- Massa silika 10 gram

$$\% \text{Swelling} = \frac{0,163-0,12}{0,12} \times 100\%$$

$$=35,8\%$$

T= 50 menit

- Massa silika 5 gram

$$\begin{aligned}\% \text{Swelling} &= \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\% \\ &= \frac{0,222 - 0,12}{0,12} \times 100\% \\ &= 85\%\end{aligned}$$

- Massa silika 8 gram

$$\begin{aligned}\% \text{Swelling} &= \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\% \\ &= \frac{0,179 - 0,12}{0,12} \times 100\% \\ &= 49,16\%\end{aligned}$$

- Massa silika 10 gram

$$\begin{aligned}\% \text{Swelling} &= \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\% \\ &= \frac{0,171 - 0,12}{0,12} \times 100\% \\ &= 42,5\%\end{aligned}$$

Lampiran 11 : Nilai fluks membran

Diketahui:

Volume permeat = 25mL = 0,025 L

Diameter membran= 47 mm = 0,047 m

Ditanya: Luas permukaan ?

Jawab: Luas permukaan = πr^2

$$= 3,14 (0,0235)^2$$

$$= 1,734 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

No	Variasi membran silika-semen	Volume awal (mL)	Luas permukaan membran (m ²)	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² .jam)
1	Si-S1	25	1,734x10 ⁻³	0,3166	45,54
2	Si-S2	25	1,734x10 ⁻³	0,5016	28,74
3	Si-S3	25	1,734x10 ⁻³	0,6608	21,83

- Membran Si-S1(5:3,4 g)

$$J = \frac{V}{A \times t}$$

$$= \frac{0,025}{(1,734 \times 10^{-3} \times 0,3166)}$$

$$= 45,54 \text{ L/m}^2.\text{Jam}$$

- Membran Si-S2 (8:3,4 g)

$$J = \frac{V}{A \times t}$$

$$= \frac{0,025}{(1,734 \times 10^{-3} \times 0,5016)}$$

$$= 28,74 \text{ L/m}^2.\text{Jam}$$

- Membran Si-S3 (10:3,4g)

$$J = \frac{V}{A \times t}$$

$$= \frac{0,025}{(1,734 \times 10^{-3} \times 0,6608)}$$

$$= 21,834 \text{ L/m}^2.\text{Jam}$$

Lampiran 12 : Perhitungan konsentrasi fosfat limbah deterjen.

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

$$1,422 = 0,1538x + 0,0105$$

$$1,4115 = 0,1538x$$

$$X = 9,17 \text{ ppm}$$

Lampiran 13 :Nilai %koefisien rejeksi membran silika-semen

- Membran Si-S1

$$\text{Absorbansi} = 0,430$$

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,430 = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,4195 = 0,1538x$$

$$X = 2,72 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Koefisien Rejeksi} &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{2,72}{9,17}\right) \times 100\% \\ &= 71\% \end{aligned}$$

- Membran Si-S2

$$\text{Absorbansi} = 0,346$$

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,346 = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,3355 = 0,1538x$$

$$X = 2,18 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{Koefisien Rejeksi} &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{2,18}{9,17}\right) \times 100\% \\
 &= 77\%
 \end{aligned}$$

- Membran Si-S3

Absorbansi = 0,304

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,304 = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,2935 = 0,1538x$$

$$X = 1,908 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{Koefisien Rejeksi} &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{1,908}{9,17}\right) \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

F. Pembuatan larutan standar

- 0,2 ppm $\rightarrow M_1.V_1 = M_2.V_2$
 $10.V_1 = 0,2 \cdot 50\text{mL}$
 $= 1 \text{ mL}$
- 0,4 ppm $\rightarrow M_1.V_1 = M_2.V_2$
 $10.V_1 = 0,4 \cdot 50\text{mL}$
 $= 2 \text{ mL}$
- 0,6 ppm $\rightarrow M_1.V_1 = M_2.V_2$
 $10.V_1 = 0,6 \cdot 50\text{mL}$
 $= 3 \text{ mL}$
- 0,8 ppm $\rightarrow M_1.V_1 = M_2.V_2$
 $10.V_1 = 0,8 \cdot 50\text{mL}$
 $= 4 \text{ mL}$
- 1 ppm $\rightarrow M_1.V_1 = M_2.V_2$
 $10.V_1 = 1 \cdot 50\text{mL}$

= 5 mL

Lampiran 14 :Koefisien rejeksi pemakaian berulang

- **Pemakaian ke-1**

Absorbansi = 0,304

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,304 = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,2935 = 0,1538x$$

$$X = 1,908 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}\% \text{Koefisien Rejeksi} &= \left(1 - \frac{cp}{cf}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{1,908}{9,17}\right) \times 100\% \\ &= 80\%\end{aligned}$$

- **Pemakaian ke-2**

Absorbansi = 0,591

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,591 = 0,1538x + 0,0105$$

$$0,5805 = 0,1538x$$

$$X = 3,77 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}\% \text{Koefisien Rejeksi} &= \left(1 - \frac{cp}{cf}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{3,77}{9,17}\right) \times 100\% \\ &= 58,9\%\end{aligned}$$

- **Pemakaian ke-3**

Absorbansi = 0,753

$$y = 0,1538x + 0,0105$$

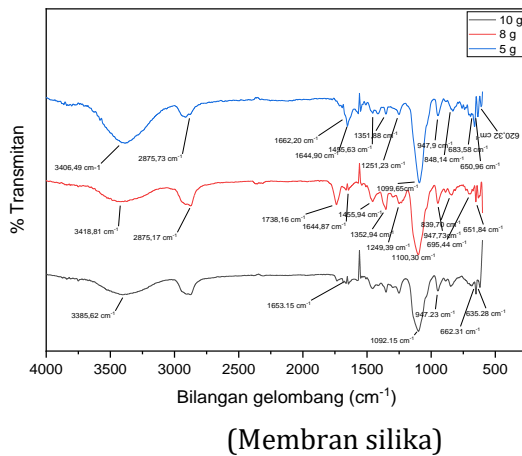
$$0,753 = 0,1538x + 0,0105$$

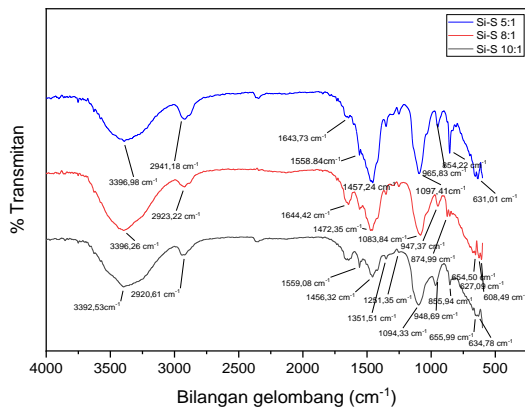
$$0,7425 = 0,1538x$$

$$X = 4,82 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{Koefisien Rejeksi} &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{4,82}{9,17}\right) \times 100\% \\
 &= 48\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 15 : Hasil FTIR Membran silika dan membran silika semen





(Membran Silika-Semen)

Lampiran 17 : Panjang gelombang fosfat

Wavelength	Abs	Wavelength	Abr	Wavelength	abr	Wavelength	abr
400	0,176	525	0,087	650	0,12	775	0,143
401	0,174	526	0,087	651	0,12	776	0,144
402	0,172	527	0,087	652	0,122	777	0,144
403	0,171	528	0,087	653	0,121	778	0,143
404	0,169	529	0,086	654	0,121	779	0,144
405	0,167	530	0,086	655	0,123	780	0,144
406	0,166	531	0,086	656	0,123	781	0,143
407	0,164	532	0,086	657	0,124	782	0,143
408	0,162	533	0,086	658	0,123	783	0,144
409	0,161	534	0,086	659	0,124	784	0,143
410	0,158	535	0,086	660	0,125	785	0,144
411	0,157	536	0,086	661	0,125	786	0,144

412	0,155	537	0,086	662	0,126	787	0,142
413	0,154	538	0,086	663	0,128	788	0,142
414	0,152	539	0,086	664	0,126	789	0,144
415	0,151	540	0,085	665	0,128	790	0,143
416	0,149	541	0,085	666	0,128	791	0,142
417	0,147	542	0,085	667	0,128	792	0,145
418	0,145	543	0,085	668	0,129	793	0,142
419	0,144	544	0,085	669	0,128	794	0,143
420	0,143	545	0,085	670	0,13	795	0,144
421	0,141	546	0,085	671	0,13	796	0,142
422	0,14	547	0,085	672	0,13	797	0,141
423	0,138	548	0,085	673	0,131	798	0,141
424	0,137	549	0,085	674	0,131	799	0,142
425	0,135	550	0,085	675	0,132	800	0,141
426	0,134	551	0,085	676	0,133		
427	0,133	552	0,085	677	0,134		
428	0,132	553	0,085	678	0,133		
429	0,13	554	0,085	679	0,135		
430	0,129	555	0,085	680	0,135		
431	0,128	556	0,085	681	0,135		
432	0,127	557	0,085	682	0,137		
433	0,126	558	0,085	683	0,135		
434	0,125	559	0,085	684	0,137		
435	0,124	560	0,085	685	0,137		
436	0,122	561	0,086	686	0,137		
437	0,122	562	0,085	687	0,138		
438	0,121	563	0,086	688	0,137		
439	0,119	564	0,085	689	0,138		
440	0,119	565	0,086	690	0,139		
441	0,118	566	0,085	691	0,138		

442	0,117	567	0,086	692	0,141
443	0,116	568	0,085	693	0,141
444	0,115	569	0,086	694	0,139
445	0,115	570	0,086	695	0,14
446	0,114	571	0,086	696	0,142
447	0,113	572	0,086	697	0,141
448	0,113	573	0,086	698	0,141
449	0,112	574	0,087	699	0,141
450	0,112	575	0,086	700	0,141
451	0,111	576	0,087	701	0,141
452	0,11	577	0,087	702	0,141
453	0,11	578	0,087	703	0,142
454	0,109	579	0,089	704	0,143
455	0,109	580	0,088	705	0,143
456	0,108	581	0,088	706	0,142
457	0,108	582	0,088	707	0,142
458	0,108	583	0,089	708	0,141
459	0,107	584	0,088	709	0,142
460	0,106	585	0,088	710	0,142
461	0,106	586	0,09	711	0,143
462	0,106	587	0,089	712	0,143
463	0,106	588	0,091	713	0,14
464	0,106	589	0,09	714	0,142
465	0,105	590	0,09	715	0,142
466	0,104	591	0,091	716	0,143
467	0,104	592	0,091	717	0,143
468	0,104	593	0,092	718	0,142
469	0,104	594	0,092	719	0,142
470	0,103	595	0,092	720	0,143
471	0,103	596	0,092	721	0,143

472	0,103	597	0,093	722	0,143
473	0,102	598	0,092	723	0,143
474	0,102	599	0,093	724	0,143
475	0,102	600	0,094	725	0,142
476	0,102	601	0,094	726	0,142
477	0,101	602	0,095	727	0,141
478	0,101	603	0,094	728	0,142
479	0,101	604	0,095	729	0,143
480	0,1	605	0,096	730	0,144
481	0,101	606	0,095	731	0,144
482	0,099	607	0,096	732	0,143
483	0,099	608	0,097	733	0,142
484	0,099	609	0,096	734	0,142
485	0,099	610	0,097	735	0,142
486	0,099	611	0,098	736	0,143
487	0,098	612	0,099	737	0,142
488	0,098	613	0,099	738	0,144
489	0,098	614	0,1	739	0,142
490	0,097	615	0,1	740	0,142
491	0,097	616	0,101	741	0,144
492	0,097	617	0,102	742	0,141
493	0,097	618	0,102	743	0,143
494	0,096	619	0,102	744	0,142
495	0,096	620	0,101	745	0,142
496	0,095	621	0,103	746	0,144
497	0,095	622	0,104	747	0,144
498	0,095	623	0,104	748	0,143
499	0,094	624	0,106	749	0,144
500	0,095	625	0,105	750	0,143
501	0,095	626	0,106	751	0,143

502	0,094	627	0,106	752	0,142
503	0,094	628	0,107	753	0,143
504	0,093	629	0,108	754	0,144
505	0,093	630	0,108	755	0,144
506	0,093	631	0,108	756	0,144
507	0,092	632	0,11	757	0,142
508	0,092	633	0,11	758	0,143
509	0,093	634	0,11	759	0,143
510	0,091	635	0,111	760	0,143
511	0,092	636	0,111	761	0,143
512	0,091	637	0,111	762	0,143
513	0,09	638	0,113	763	0,143
514	0,09	639	0,112	764	0,143
515	0,09	640	0,115	765	0,143
516	0,09	641	0,115	766	0,143
517	0,089	642	0,115	767	0,143
518	0,089	643	0,116	768	0,144
519	0,089	644	0,116	769	0,143
520	0,089	645	0,117	770	0,144
521	0,089	646	0,118	771	0,143
522	0,088	647	0,118	772	0,142
523	0,088	648	0,119	773	0,142
524	0,088	649	0,12	774	0,143

Lampiran 18

: Hasil XRD Silika sekam padi

	UNIVERSITAS NEGERI MALANG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL) Jalan Semarang 3, Malang 65143 Telp. 0341-551312 (paw 200) 374855/ 034156001088 E-mail : laboratoriummineral@unma.ac.id, lab.sentral@unma.ac.id Website : central-laboratory.unma.ac.id
	LAPORAN HASIL UJI LSUM.LHU.C.01339.2020
	Customers : Miftahul Rohmah – UIN Walisongo Semarang Contact Customer : 0896 6902 2694 / email : - Methods : IK.M.C.1 Test Equipment : XRD Received Date : October 13, 2020 Order Number : LSUM.P.01038.2020
	SPECIMEN DESCRIPTION Condition of Samples : Sampel serbuk berwarna putih keabuan dalam botol plastik Sample Code : C1343 Material Name : Silika Measurement time : November 9, 2020
OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR Analyzer : Ummu Kultsum, S.Si. Supervisor : Nandang Mufti, S.Si., M.T., Ph.D.	
RESULTS Remark : $2\theta = (10-90)^\circ$	
Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji. *Dibawah parameter terakreditasi.	

Lampiran 19 : Isolasi dan sintesis natrium silikat



Sekam Padi yang telah dikeringkan



Proses pengarangan pada suhu 300°C selama ½ jam



Pengabuan pada suhu 600°C selama 3 jam



Pembuatan silika dengan penambahan HCL yang kemudian di netralkan dengan air panas



Silika yang telah jadi
berwarna putih

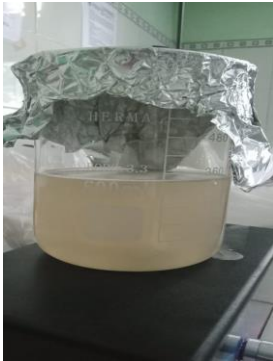


Penambahan NaOH dalam
pembuatan Na_2SiO_3



Na_2SiO_3 yang telah jadi
berwarna hijau toska

Lampiran 20 : Pembuatan membran silika dan silika-semen



Silika+ NH_4Cl + 300
mL aquades



Membran Silika



Membran Silika-
Semen

Lampiran 21 : Uji Swelling membran



Uji Swelling
membran silika
(rapuh dan larut
dalam air)

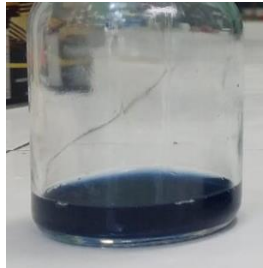


Uji swelling membran silika-
semen

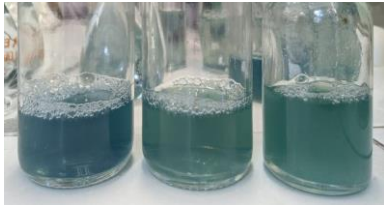
Lampiran 22 : Proses filtrasi membran



Reaktor membran silika-
semen



Limbah deterjen
sebelum filtrasi



Limbah setelah di filtrasi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Identitas Diri

Nama Lengkap : Miftahul Rohmah
Tempat, Tgl Lahir : Demak, 12 Desember 1999
NIM : 1708036029
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswi UIN Walisongo Semarang
Alamat : Ds. Kedondong Demak RT.03 RW.05
Kec. Demak Kab. Demak
Telepon : 089669022694
Email : Miftaita26@gmail.com

Riwayat Pendidikan

Formal

1. SD N KEDONDONG 1
2. SMP N 4 DEMAK
3. SMA N 2 DEMAK
4. UIN WALISONGO SEMARANG